

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.



10

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

SALVAT

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

¿QUE VIENE EL COMETA!

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

EXLIBRIS Scan Digit



The Doctor

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

SALVAT

Versión española de la obra original inglesa
The Comet is coming de Nigel Calder

Traducción: Antonio Desmunts

Nota del autor

Como de costumbre, me complace agradecer a la BBC su ayuda para este proyecto, así como a los científicos que tan generosamente me concedieron su tiempo y su consejo. Sin menospreciar a los otros muchos que han aportado una información indispensable, me gustaría reconocer la especial y lúcida colaboración de los siguientes: Walter Alvarez, Jerome Bruner, David Dale, Freeman Dyson, Owen Gingerich, Michael Hoskin, David Hugues, Tao Kiang, Raymond Lyttleton, Brian Marsden, Marcia Neugebauer, Ray Newburn, Ernst Öpik, Giampaolo Piali, Simon Schaffer, Zdenek Sekanina, Jan Smit, George Whetherill, Fred Whipple y Donald Yeomans. Por supuesto, ninguno de ellos es responsable de los errores ni de mi tratamiento poco reverente de sus disciplinas. También me gustaría dar las gracias a Enid Lake y Peter Gill, de la biblioteca de la Royal Astronomical Society, por su colaboración en la búsqueda de libros y publicaciones periódicas, tanto modernas como antiguas.

© 1985, Salvat Editores, S.A., Barcelona

© Nigel Calder

© 1985, Antoni Bosch, editor, S.A.

ISBN 84-345-8246-5 Obra completa

ISBN 84-345-8375-5

Depósito legal NA-1299-1985

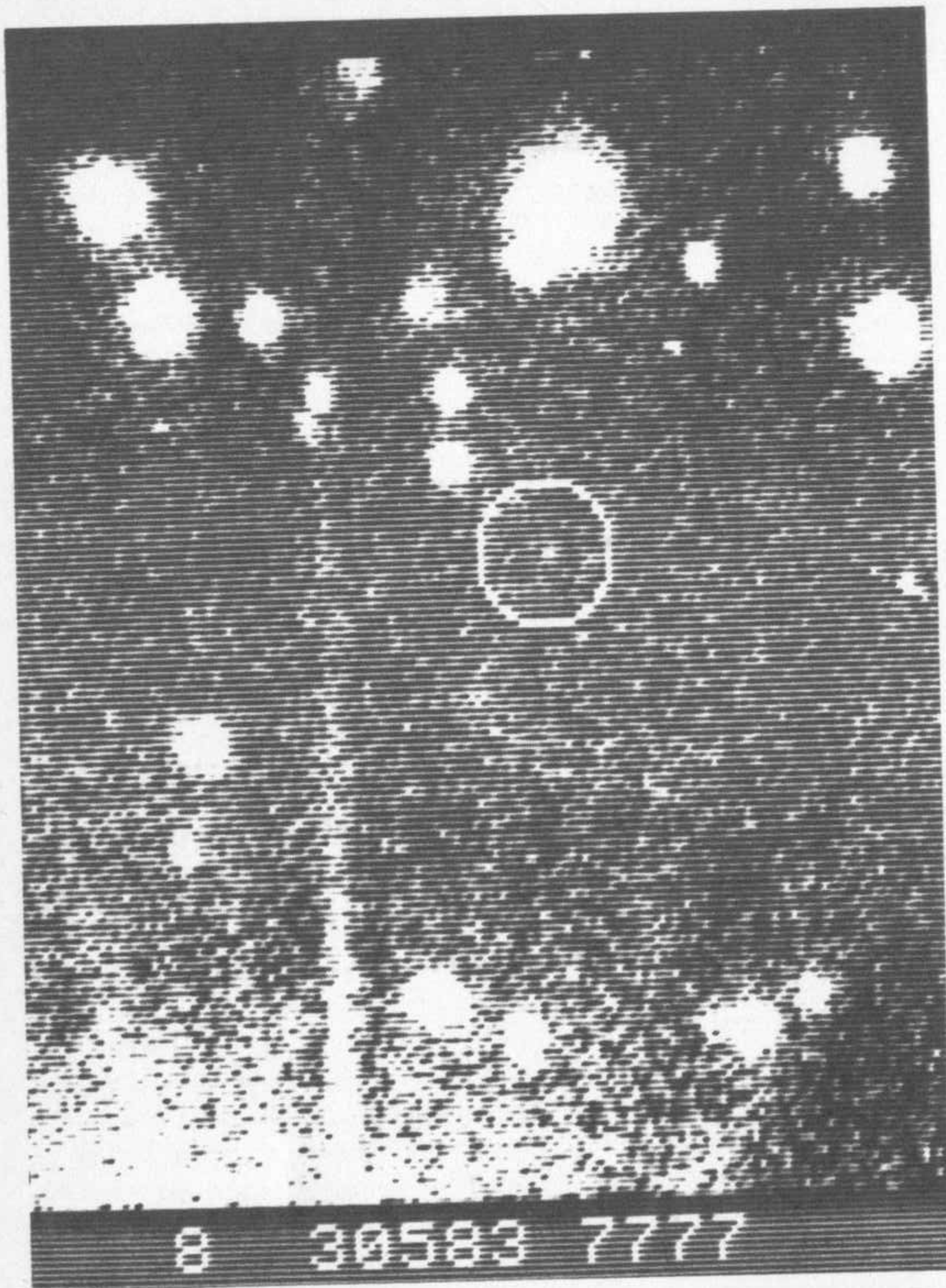
Publicado por Salvat Editores, S.A., Mallorca, 41-49 - Barcelona

Impreso por Gráficas Estella, Estella (Navarra)

Printed in Spain

Índice de capítulos

I. Telegramas de los dioses.....	1
II. Trayectorias oblongas	27
III. La nube de fábula	55
IV. Cabezas y colas.....	81
V. Bolas de nieve en el Infierno	107
VI. ¿Una fábrica de gripe interplanetaria?.....	135
VII. El ataúd de los dinosaurios	159
VIII. Medicina contra los cometas	191



Fotografía del cometa Halley tomada el 16 de Octubre de 1982 en el observatorio de Monte Palomar. Se trata de la primera imagen del Halley obtenida en su retorno al centro del sistema solar. La fotografía fue tomada con el telescopio reflector gigante del observatorio, y para conseguirla fue necesaria la ayuda de un sofisticado sistema electrónico de detección (Caltech).

Telegramas de los dioses

He aquí un argumento a favor de adivinos y autores de ciencia-ficción: un día la Tierra colisionará con un cometa resplandeciente, o bien con su cadáver apagado, y el resultado será una catástrofe mundial. Ha ocurrido antes. Pero la probabilidad de que el suceso se repita durante la vida de alguien es en realidad muy pequeña, así que más vale preocuparse por los efectos de los cometas sobre la salud mental. Hay humaredas luminosas que se mueven más allá de las estrellas, de un modo que los enamorados de los cometas que viven entre nosotros califican de majestuoso (yo lo tildaría de desaliñado), e infectan la imaginación tanto de los profanos como de los astrónomos.

Los cometas se desplazan más de prisa que una nave espacial, a muchos kilómetros por segundo, pero dado que están muy lejos tardan semanas en recorrer la bóveda celeste. Con su cabeza brillante y más o menos redonda y una cola en forma de melena, los típicos cometas parecen cohetes en vuelo que dejan una estela de colores; hay que hacer un esfuerzo mental para darse cuenta de que el objeto puede estar moviéndose en cualquier dirección y que la cola nunca la arrastra exactamente a su espalda. A veces los cometas se confunden con sus impetuosos parientes, los meteoros y meteoritos que se precipitan contra la alta atmósfera de la Tierra desde el espacio exterior y arden como "estrellas fugaces" o bien llegan al suelo en forma de masas incandes-

centes de hierro, piedra y alquitrán. El término que utilizan los astrónomos para la comparecencia de un cometa es "aparición", de tan apropiadas connotaciones fantasmagóricas.

Pende ahora sobre nosotros la más provocativa de todas las apariciones, pues el cometa que llamamos *Halley* se aproxima sesgadamente al Sol. Inició su inexorable cuenta atrás en 1948, cuando vaciló en la cumbre de su trayectoria, a treinta y cinco veces la distancia de la Tierra al Sol. Desde entonces está descendiendo y regresando, acumulando velocidad, y ya en la década de 1970 se situó más acá de Neptuno, el más remoto de los grandes planetas del Sol. En 1977 trató de localizarlo el primero de los grandes telescopios, en la constelación de Canis Minor, pero había pocas esperanzas de distinguir tan pronto el cometa, a la sazón pequeño, débil y sin cola. Finalmente, fue detectado el 16 de Octubre de 1982 con el gran telescopio reflector del observatorio de Monte Palomar. De 1981 a 1984 pasó por delante de la Vía Láctea, dificultándose su observación. Mientras tanto, el *Halley* se ha ido acercando cada vez más al centro del sistema solar, y su cola ha ido creciendo. La máxima visibilidad del cometa se alcanzará a comienzos de 1986, época en la que se columpiará alrededor del Sol. Luego se alejará de nuevo, y pocos de nosotros veremos su vuelta en el año 2061.

Cada setenta y siete años, aproximadamente, el *Halley* puntúa la historia como un signo de exclamación celeste. En su último retorno, en 1910, el "Gran Cometa de Enero", con su mayor espectacularidad, le quitó los titulares, pero, al ser el cometa más brillante que reaparece con frecuencia, el *Halley* ejerce una especial atracción sobre los humanos. Aunque la actual aparición será flaca, el decirlo no hará más que aumentar las ventas de prismáticos y telescopios para aficionados. Los astrónomos profesionales saben perfectamente que los cometas son un timo: objetos pequeños y ligeros de peso que parecen terribles porque generan cabezas y colas voluminosas. Son una sorprendente visión

astronómica y merecen una explicación, pero incluso una vez descubierta su tenue naturaleza, siguen siendo motivo de asombro y conmoción completamente desproporcionados a su sustancia. La venida del *Halley* significa que nos espera un ataque de fiebre del cometa.

Los cometas alelan a la gente. Así como los emperadores y los sacerdotes temblaban cuando aparecían los cometas, aún hay individuos deseosos de que los engañen los charlatanes que venden protectores contra la mala influencia de los cometas o panfletos donde se proclama el fin del mundo. Pero también los científicos eminentes son vulnerables a la fiebre y destilan sus teorías más extravagantes a propósito de los cometas. En un tiempo, el Diluvio se atribuyó al impacto de un cometa y, en la década de 1980, existe la solemne afirmación de que el *Halley* es la causa de la gripe. Si bien no escatimaré las especulaciones de Sir Fred Hoyle sobre tales fiebres que afligen al cuerpo, la psiquiatría de los cometas parece menos discutible.

Para empezar vendrán bien unas pocas aclaraciones profilácticas sobre dónde operamos, nosotros y ellos, dentro del esquema cósmico. El universo es grande y violento, pero sobrevivimos porque nuestro vagón (la Tierra) va enganchado a una estrella brillante pero pesada (el Sol), lejos del tumultuoso centro de nuestra galaxia (la Vía Láctea). En nuestras vecindades hay otras estrellas que se mueven de prisa, pero sólo dos temas interestelares importan en nuestra historia provinciana: en algunas ocasiones las estrellas de paso encuentran cometas que vagan muy lejos del Sol y a veces el Sol conduce a toda su familia por espacios llenos de oscuras y difusas nubes de polvo interestelar.

Esa familia; el sistema solar, cuenta con dos planetas importantes, Júpiter y Saturno, que parecen pequeñas estrellas enfriadas. Hay además dos planetas helados bastante grandes, que orbitan alrededor del Sol mucho más allá de Saturno: Urano y Neptuno. Yendo hacia el interior desde Júpiter, hay otros cuatro planetas, pedregosos y

mucho menores: Marte, la Tierra, Venus y el sofocante Mercurio, el más próximo al Sol. Aparte de los mencionados, se pueden agregar otros planetas menores, como Plutón, Quirón y los asteroides que giran entre Júpiter y Marte; las correspondientes lunas, que en algunos casos rivalizan en tamaño con los planetas rocosos; el anillo que rodea Saturno, Júpiter y Urano. Los cometas aparecen casi al final de la lista, pero resultan entrometidos porque atraviesan los cursos de los planetas.

Pocos astrónomos profesionales se dedican por entero al estudio de los cometas. La capital del pequeño reino de éstos es un observatorio astrofísico de Cambridge, Massachusetts, donde un puñado de especialistas recoge los aspectos y las órbitas de todos los cometas y dirige las investigaciones científicas para entenderlos. En la teoría actualmente prevaleciente en Villacometas, los cometas son sorbetes cósmicos: bolas de nieve sucias que se desploman del congelador del espacio oscuro, muy lejano al Sol. Al proponer esta descripción como un ancla en medio de la tempestad de otras extrañas hipótesis, no quiero decir que se esté completamente seguro de su veracidad, al menos hasta que un robot espacial o un astronauta aterrice en la supuesta bola de nieve del cometa.

En contacto con el calor interior del sistema solar, los cometas desprenden nubes de vapor y polvo que forman la resplandeciente cabeza y luego se desparraman por la cola, que es el equivalente cósmico de las irisaciones del petróleo sobre el agua. Posteriormente los fragmentos de polvo chocan contra la Tierra en forma de meteoros. De los cometas, unos pocos supervivientes se convierten en amenazadores pedazos de suciedad que orbitan apretadamente alrededor del Sol. Por todas estas razones, es mejor, en mi opinión, considerar los cometas como formas muy aparentes de polución celeste.

La descripción que hace de los cometas Maurice Dubin, de la NASA (National Aeronautics and Space Administration de los Estados Unidos), es honesta:

Siendo el origen de los flujos de meteoritos y de los meteoritos en general, en la actualidad se consideran una población cósmica de tercera categoría, carente de toda influencia sobre el curso de este mundo ... Tal vez su estudio nos pueda conducir a inesperados descubrimientos a pesar de la insignificancia de tales cuerpos.

Para dar validez a sus propias deducciones científicas, Dubin y otros estudiosos de los objetos de "tercera categoría" gustan decir que los cometas arrojarán alguna luz sobre la química primordial del sistema solar que proporcionó a la Tierra y demás planetas su actual forma; también pueden ayudar a comprender los orígenes de la vida. Esas esperanzas son bastante razonables. Pero en cuanto a contaminación del sistema solar, de la que los meteoritos son los productos finales menos discutibles, los cometas siguen influyendo en "este mundo" con menos benevolencia que todo eso.

Quebrantan el elegante orden de los cielos y la respuesta de los pueblos sin telescopio ha sido muchas veces astrológica y pesimista. Esta es la forma primitiva de la fiebre del cometa. Pero una vez se han determinado sus verdaderos trayectos por el espacio, surge una aflicción secundaria: la urgencia de ver tantos cometas como sea posible. Por último aparece el conocimiento de que el polvo de los cometas penetra en la atmósfera y que los propios cometas, en ocasiones, deben estrellarse contra la superficie de la Tierra. Estos contactos directos con los cometas dan pie a la fiebre teórica, que debe valorarse fríamente para diagnosticar los peligros reales y formular contramedidas.

Nuestra generación puede estar mejor informada que las anteriores pero no es inmune al error. De hecho, a primera vista, no hay mucha diferencia entre algunas de las actuales interpretaciones de los cometas y aquéllas de que se burlan los engreídos considerándolas como ingenuidades de los antepasados. Dado que el *Halley* y sus semejantes son ostentosos y elusivos, crean una tierra de nadie apta para la especu-

lación donde las ideas disparatadas pueden abarcar desde fantasías hasta brillantes intuiciones. El juego entre la imaginación y los datos, propio de este anexo de la astronomía, dice bastante sobre la naturaleza de la ciencia y su descripción puede ser una ayuda para inocular a los sectores más razonables del público contra los predecibles absurdos del regreso del *Halley*.

Estas apariciones son peligrosas porque los seres humanos las hacen peligrosas. Los cometas matan a la gente mediante su propia superstición, cuando quienes los leen como telegramas de los dioses o del diablo, presas del pánico, recurren al homicidio o al suicidio. En comparación con las complejidades de los planetas en el Zodíaco, la astrología de los cometas es relativamente simple: es un desorden de los cielos "que provoca cambios en los tiempos y en los estados", en palabras de William Shakespeare, y son malas noticias, sobre todo para las personas eminentes. En la época romana, la víctima más propicia era el emperador y cuando el 60 d.C. más o menos, apareció un cometa, la gente sabía lo que significaba. El historiador Tácito escribió: "Si Nerón ya estuviera destronado, los hombres se preguntarían quién podría sucederle". La seguridad del emperador radicaba en utilizar a sus súbditos más sobresalientes como para- augurios y dejar que el mensaje celeste se cumpliera con sus muertes en lugar de la del emperador.

El astrólogo Babilonio aseguró al joven Nerón que era costumbre de los monarcas desviar las iras del cielo por este procedimiento. Un influyente consejo, podemos pensar, para un hombre que asesinó a su madre, a dos esposas y a la mayor parte de su familia, e incendió Roma. Según relata otro historiador, Suetonio, Nerón no corrió riesgos: "Nerón se decidió por una masacre al por mayor de la nobleza... Todos los hijos de los condenados fueron desterrados de Roma y luego dejados morir de hambre o envenenados". La política funcionaba como un hechizo. Nerón sobrevivió varios años al cometa aquel; ni siquiera la visita del *Halley*,

en el año 66 d.C., consiguió deshacerse de él, que por último se suicidó a los treinta y dos años de edad. Mientras, las expectativas generales se habían cumplido y diversas personalidades sobresalientes perecieron de hecho como consecuencia del cometa.

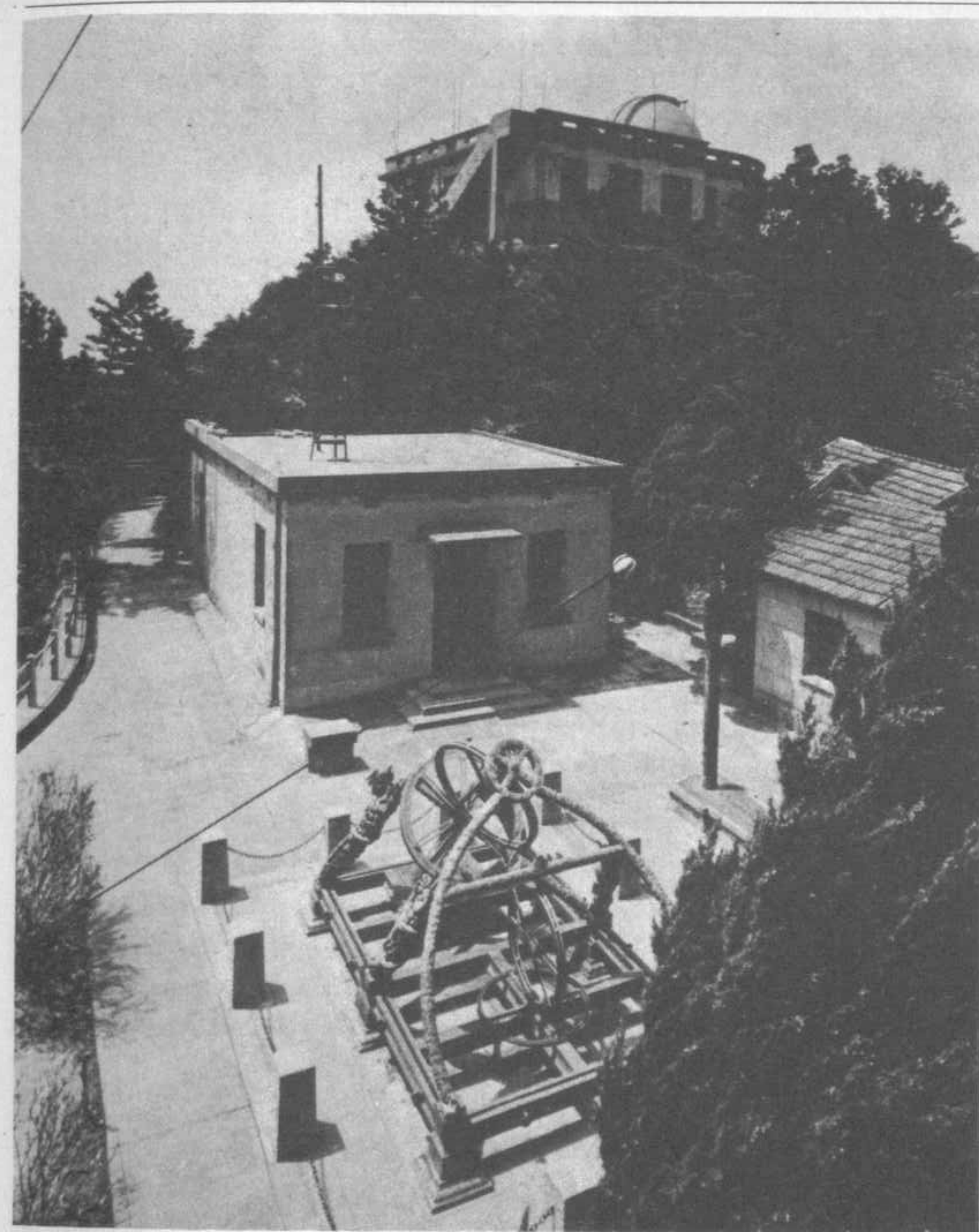
Los incas del Perú consideraban a los cometas avisos de la ira del dios solar Inti y es de suponer que sacrificaron algunos niños adicionales para calmarlo, cuando pasó el *Halley* en 1531, poco antes de ser conquistados por Francisco Pizarro. En el siglo XX, en Oklahoma, cuando la aparición del *Halley* en 1910, los *sheriffs* llegaron justo a tiempo para impedir el sacrificio de una virgen por los dementes norteamericanos que se autotitulaban los Discípulos Escogidos (*Select Followers*). Para entonces el mal era más liberal. Los progresos de la democracia socavaron la creencia de que los cometas tenían por blanco a los grandes y poderosos. Mucha gente sin ninguna posible vinculación con la realeza se suicidó para escapar a los horrores resplandecientes de la noche, asegurando de este modo que el cometa cumpliera con su deber. Y si bien los astrólogos podrían considerar una abigarrada colección de suicidios españoles e italianos indignos del portento, pueden también felicitarse de que Eduardo VII, rey de un imperio donde nunca se ponía el Sol, pereciera rápidamente ante su cola cósmica, a resultas del cometa más una complicación bronquial.

¿No señaló el cometa filosolar *Pereyra* el asesinato del presidente Kennedy en Dallas, en 1963, y qué fue el menos que fatal *Kohoutek* de 1973-74 sino un símbolo de la desgracia de Nixon, desvaneciéndose como una palabrota borrada*? La cometomancia es fácil, sobre todo si se fuerzan las reglas. Cuando el brillante cometa del año 44 a.C. apareció varios meses *después* del asesinato de Julio César, la teoría del augurio se dejó momentáneamente de lado y se afirmó

* Nixon, en las transcripciones hechas públicas de algunas de sus grabaciones magnetofónicas, hizo borrar los tacos. (N. del E.).

que el cometa era el alma de la víctima ascendiendo a los cielos. Por un descuido, no apareció ningún cometa el año 814 d.C. para anunciar la muerte de Carlomagno, emperador de Europa. Sin embargo, para los cronistas este precursor de la muerte de los reyes era tan natural como el embarazo antes del nacimiento; por eso, sin desanimarse por la falta de hechos, recogieron puntualmente la comparecencia de un cometa. La astronomía moderna puede exonerar a los estudiosos de toda mentira grave: siempre hay uno o dos cometas en alta mar, tanto si los vemos como si no. Si Edmond Halley hubiera trabajado para el emperador de China, su descubrimiento del comportamiento repetitivo del cometa hubiera sido ocultado. Retrospectivamente, nosotros sabemos que ese cometa fue uno de los cuatro que aparecieron el año 837 d.C., prodigalidad que provocó un universal espanto. La corte china consideraba que la astronomía era secreta porque los traidores situados en el observatorio imperial, y también los astrónomos por libre, podían aportar ayuda a los rebeldes que trataban de derribar al Emperador. Los astrónomos chinos desempeñaban el mismo papel, necesario pero sospechoso, que tienen actualmente los productores de armas atómicas. Su trabajo siempre despertaba censuras, pero el edicto de 840 d.C., tal como lo cita Joseph Needham, historiador de la ciencia china, era especialmente perspicaz: "Los funcionarios astronómicos no deben mezclarse de ningún modo con los demás funcionarios ni con el pueblo en general". Más tarde, el estudio de las matemáticas sin autorización real se convirtió en China en un delito capital.

Una leyenda habla de dos astrónomos, Hi y Ho, que estaban tan borrachos que ni siquiera advirtieron un eclipse solar, y el emperador hizo que se les cortara la cabeza. Este temprano intento de mantener la sobriedad entre los astrónomos es un indicio de la importancia que se otorgaba al oficio en la antigua China. Uno de los principales observatorios sigue estando en la Montaña Púrpura, situada



Observatorio de la Montaña Púrpura en Nanking (China), con instrumentos antiguos y modernos. En él, por espacio de siglos, se ha venido observando atentamente los cometas. El logro más reciente del observatorio ha sido el descubrimiento de otros numerosos cometas. (Observatorio de la Montaña Púrpura.)

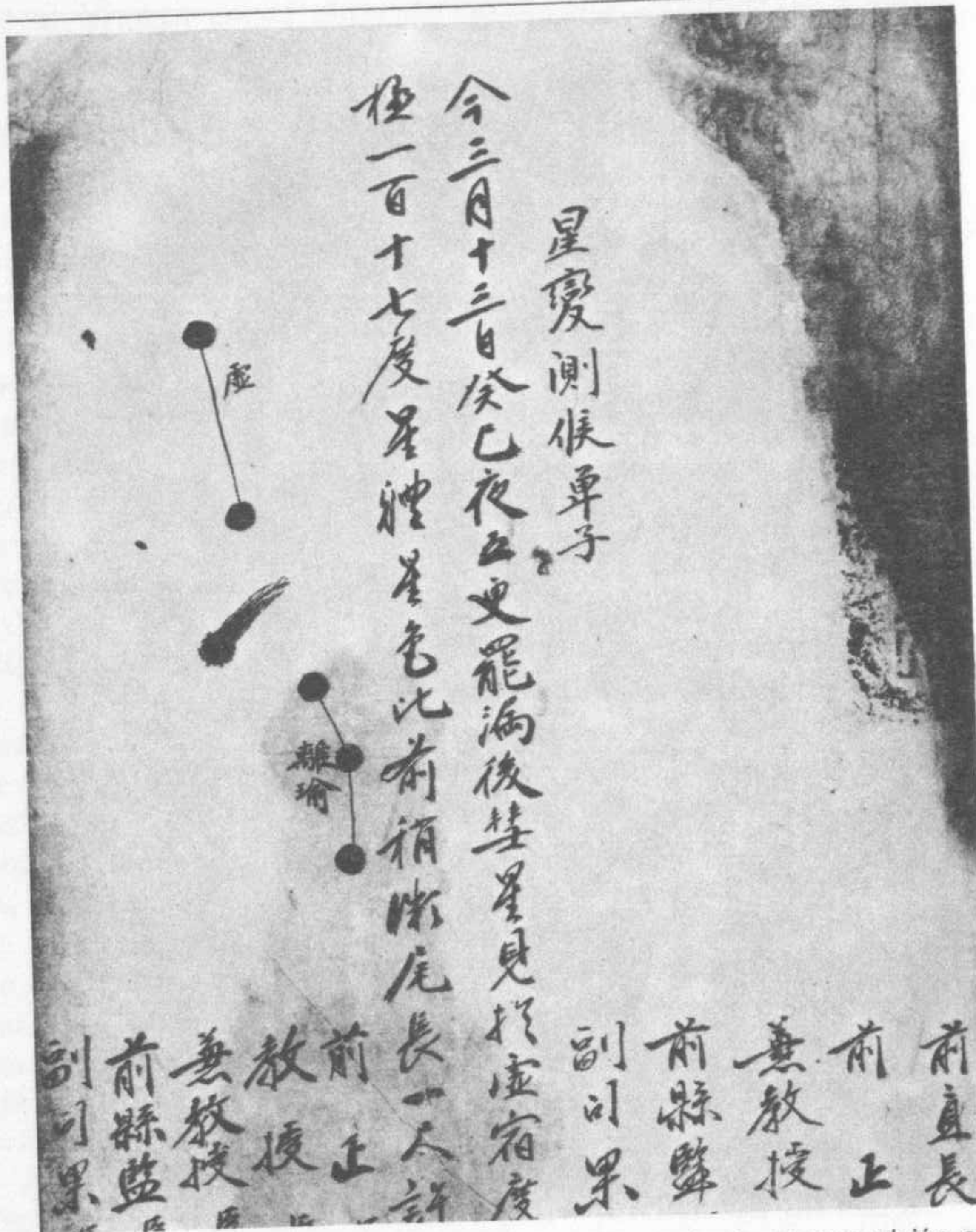
junto a Nanking, aunque el exacto emplazamiento del antiguo observatorio lo ocupa actualmente un instituto meteorológico. Cuando el investigador jesuita Matteo Ricci recorría China en 1600, Nanking era la capital y Ricci quedó impresionado por lo que halló en la Montaña Púrpura. Needham traduce al inglés la aprobatoria descripción de Ricci:

En la cumbre hay una ancha explanada excelentemente adaptada para la observación y rodeada por magníficos edificios contruidos desde antiguo. Aquí se sitúan todas las noches varios astrónomos para observar todo lo que surja en el firmamento, tanto si son fuegos meteoríticos como si son cometas, y dar detallada cuenta al emperador.

Los instrumentos estaban “cuidadosamente trabajados y decorados con elegancia”, con círculos divididos en $365 \frac{1}{4}$ grados. Los chinos conocían desde cientos de años antes que el Sol tarda exactamente esos días en llevar a cabo su ciclo celeste en el curso del año; el círculo occidental de 360 grados procede de una aproximación babilónica, menos afinada, del número de días del año.

El poder del emperador provenía de disponer el calendario, de manera que su astrónomo jefe y el resto del equipo se ocupaban mucho del Sol, la Luna y el cambio de las estaciones, así como del planeta Júpiter, cuyos movimientos determinan un ciclo de doce años. También debían hacer previsiones meteorológicas de largo alcance y asegurarse de que los eclipses no agotaran las virtudes del Sol. Necesitaban conocer también todas las estrellas y nebulosas fijas visibles a simple vista, de manera que pudiesen localizar inmediatamente cualquier cometa u otros intrusos. Durante miles de años, los astrónomos chinos se mantuvieron avizores en sus frías terrazas, de manera que por supuesto vieron cientos de cometas, para espanto suyo y de sus emperadores.

Dejaron unos valiosos archivos a sus modernos sucesores, cuyo dato más famoso es la observación por parte de los



Anotación china sobre un cometa —el Halley— previendo su reaparición en 1759. Con este trabajo el astrónomo proseguía una tradición de más de 3.000 años. La «hoja del informe» dice que el 13 de marzo, tras haber llovido, el cometa se encuentra a 117° del polo y que la cola se ha acortado ligeramente. (Profesor Il-Seong Nha, Universidad de Yonse, Seúl.)

chinos de una estrella “nueva” en 1054 d.C., de la que actualmente se sabe que es la estrella en explosión cuyos restos son todavía visibles en forma de la nebulosa del Cangrejo. También pudieron ver, sin saberlo, la formación de un agujero negro, uno de esos puntos sin fondo del espacio que parecen ser una ineludible consecuencia de la teoría de Albert Einstein sobre la gravedad. En octubre de 1408 otra “estrella invitada” estuvo luciendo con mucho brillo durante cuatro días, aproximadamente en la misma dirección en que ahora se encuentra la estrella de rayos X *Cygnus X-1*, un objeto que despierta la fuerte sospecha de contener un agujero negro creado durante la explosión de una estrella gigante. Pero los chinos estaban más fuertes en astrología que en astrofísica.

Donde mejor se ponen de manifiesto los motivos ocultos de toda su vigilancia es en el robot auxiliar que idearon para que la vida sexual del emperador no se viese alterada por el mal tiempo. Los chinos inventaron un mecanismo que movía las esferas armillares que representaban los movimientos del Sol, la Luna y los planetas con respecto a las estrellas. Era esencial conocer la exacta configuración del firmamento en el instante en que se concebía un príncipe, para poder emitir pronósticos, y con su mañosa maquinaria los astrólogos estaban en condiciones de permitir que los acontecimientos de la alcoba imperial siguieran su curso en las noches más nubladas. Todas las civilizaciones de la antigüedad vieron que los cielos estaban llenos de señales y de advertencias para los mortales, en cuestiones prácticas como las estaciones agrícolas, las mareas oceánicas y el emparejamiento de las fases de la Luna con la menstruación de las mujeres. No había una línea divisoria indiscutible entre la elaboración de un calendario juicioso y las fatuas predicciones sobre cuestiones de tipo personal.

También en sus observaciones de los cometas intentaron en vano los chinos convertir la astrología en una ciencia exacta. Los cometas resultaban más asombrosos para nuestros

antepasados que los agujeros negros para nosotros; al fin y al cabo, un teorema bien conocido de la astrofísica relativista nos asegura a nosotros (y estoy citando textualmente) que “los agujeros negros no tienen pelos”. Y la atención que dedicaron a los cometas los antiguos chinos se pone de relieve en esta descripción de un período tumultuoso de hace tres mil años, del siglo XI a.C.:

El rey Wu marcha sobre Zhou, pone cara al Este y da la bienvenida a Júpiter, llega a Qi, que se inunda, alcanza Gongtong, que cae; aparece un cometa, con el mango hacia la gente de Yin.

El “mango” es lo que nosotros llamaríamos la cola del cometa, y los chinos se esforzaron por determinar con exactitud a quién se dirigía su amenazador semáforo. Los astrólogos comprendían que las malas noticias de un reino podrían ser buenas noticias en otro reino.

Esta narración procede de *El libro del príncipe de Huai-Nan*, que era Liu An, un príncipe taoísta que vivió en el siglo II a.C., mucho después de los mencionados acontecimientos. Los naturalistas de su corte compilaron el libro que Needham califica de “uno de los más importantes monumentos del antiguo pensamiento científico chino”. Que sus autores consideraran que merecía la pena mencionar a un cometa nueve siglos después del acontecimiento indica algo más que las garras de la superstición. La astrología engendró la astronomía, pero tampoco puede eludir su paternal responsabilidad con la ciencia política y la historia. ¿Por qué molestarse en registrar las desventuras de las generaciones anteriores a no ser para intentar establecer las conexiones entre los acontecimientos celestes y los de la Tierra? Los primeros archivos eran astrológicos y la astrohistoria constituyó el fundamento del arte de gobernar. Los eruditos de Liu An consideraban evidente que la guerra y el cometa estaban relacionados; el único problema era

determinar cómo leer correctamente la ambigua señal del cielo.

Para el maoísmo como para el taoísmo el lema es "Que el pasado sirva al presente". En 1978 d.C., el astrónomo planetario Y.C. Chang estaba comprobando una nueva computadora en el Observatorio de la Montaña Púrpura y calculó que el victorioso rey Wu vio el cometa *Halley* en una de sus regulares apariciones, en 1057 a.C. De tener razón, Chang podría determinar tanto una fecha útil de la historia primitiva de su país como la primera visita conocida, muy anterior a las demás, del cometa. También presentó otras visiones de cometas, en 613 y 466 a.C., atribuyéndolas al *Halley*, verdadero flagelo ya de la especie humana.

Por desgracia para los amantes de los cometas, una destacada autoridad norteamericana sobre la órbita del *Halley*, Donald Yeomans, del *Jet Propulsion Laboratory* (Laboratorio de Propulsión a Chorro), ha puesto en cuestión tales identificaciones, sobre todo basándose en que el método de Chang para calcular la órbita retrocediendo en el tiempo no concede al cometa las perturbaciones derivadas de sus estrechas aproximaciones a la Tierra en 374, 607 y 837 d.C. Estas perturbaciones harían retroceder la aparición del *Halley* a 1059 a.C. y pondrían en duda la relación histórica. Pero los chinos no tuvieron más remedio que ver el *Halley* y si aún no se han hecho identificaciones anteriores, más bien se debe a los modernos problemas de cálculo que a la embriaguez de los astrónomos imperiales. El propio Yeomans está dedicado, junto con Tao Kiang, de Dunsink (Irlanda), a rastrear el cometa en el tiempo, aparición tras aparición, e incluso considera "dudosa" la identificación de Chang correspondiente a 466 a.C.

La anotación china del año 240 a.C., que suele mencionarse como la más antigua visión establecida del *Halley*, para Yeomans sólo es "posible". La primera constatación, "absolutamente indiscutible" del cometa es, en su opinión, la que cita Chang para agosto y septiembre de 87 a.C.,

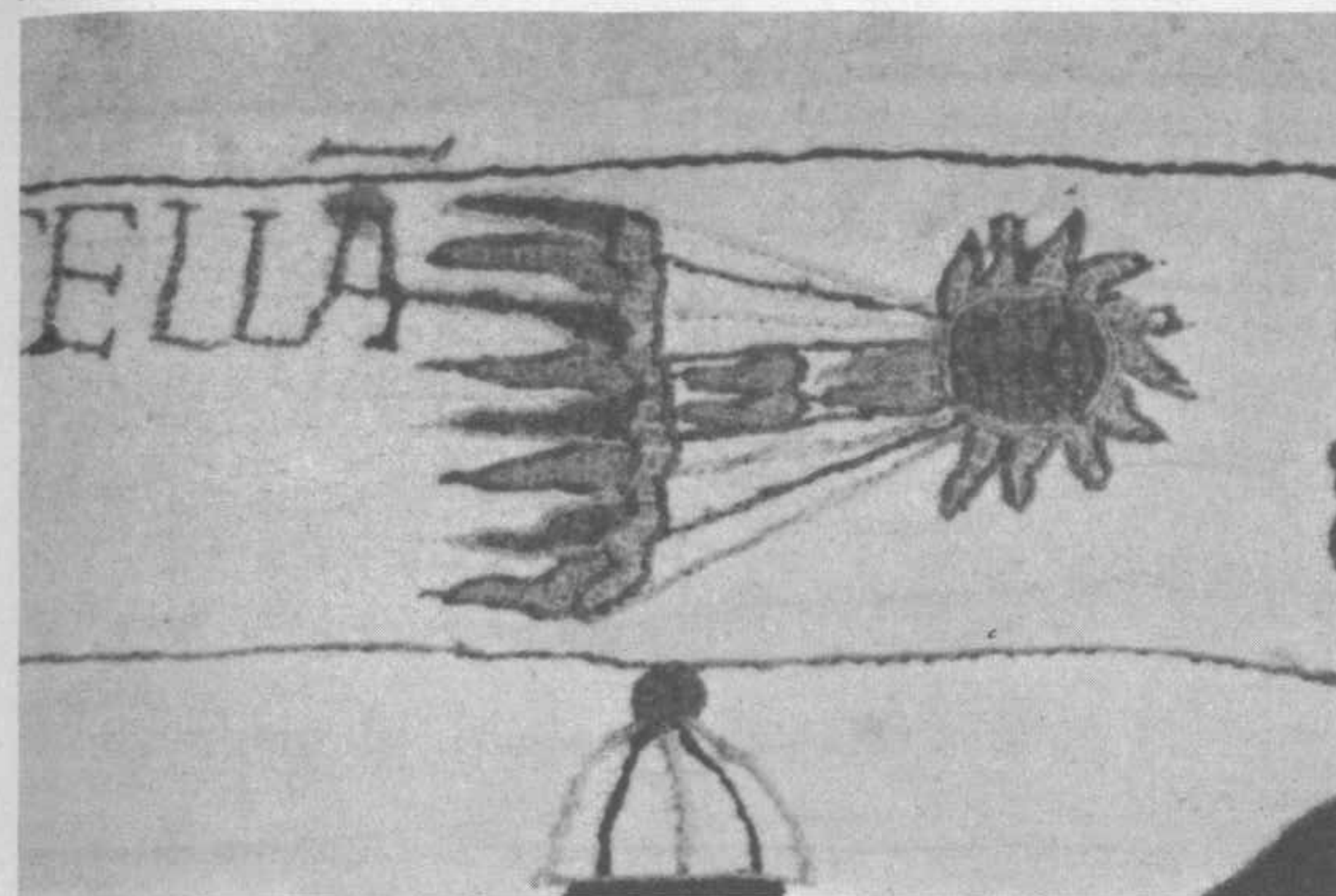
cuando, como dice el libro de la dinastía Han, *Perfiles del espejo universal*, "apareció un cometa por el Este". No obstante, nadie puede estar absolutamente seguro de que el *Halley* estuviera ni siquiera aproximadamente en su actual órbita con anterioridad a aquella fecha, pues se necesita un cuidadoso seguimiento del cometa y de los planetas para asegurarse de que no haya habido encuentros perturbadores. De manera que, por ganas que tengamos, dejémonos de asignarle fechas anteriores y contentémonos con que el cometa que tanto tiempo lleva jugando con nosotros y que ahora nos visita fue visto el 87 a.C. por Julio César, a la edad de catorce años, mientras Mario masacraba a la aristocracia romana con una dedicación que anunciaba la de Nerón.

Europa puede arrogarse la primera representación conocida del *Halley* por mano de quienes realmente lo vieron, a diferencia de los dibujos realizados retrospectivamente para ilustrar libros de historia. El cometa hizo una aparición en la primavera de 1066, antes de la invasión de Inglaterra por los normandos. De hecho trajo malas noticias para el rey Haroldo, que perecería aquel año en Hastings. El papel de la aparición resultó tan evidente para todos los afectados que pocos años después fue bordado en el lienzo de setenta metros que cuenta la historia de la conquista, el Tapiz de Bayeux. Allí el cometa se parece más que nada a una nave espacial, una especie de prototipo del siglo XI del *Enterprise*, dotado de motores y misiles. Los ojos de los observadores están muy abiertos y la leyenda dice: "Admiran la estrella". El rey Haroldo está sentado en el trono con cara de que acabaran de golpearle su real oreja con un pescado mojado. (Véase la ilustración en color frente a p.10). La tira de dibujos bordada por las damas del siglo XI sigue siendo la más gráfica de todas las representaciones de la fiebre del cometa.

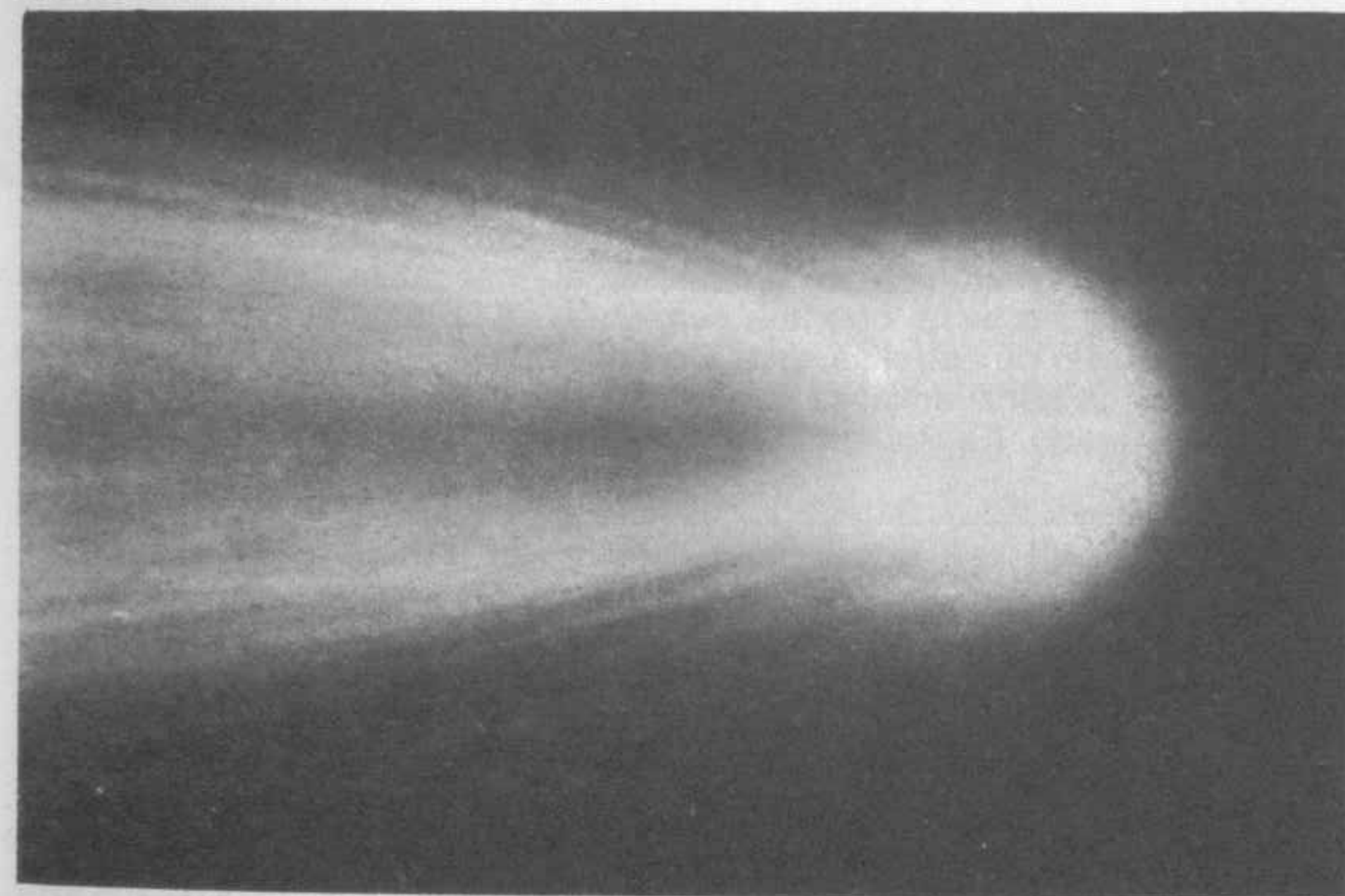
Tres apariciones después, en 1301, el pintor florentino Giotto di Bondone vio el *Halley* y lo incorporó con realismo

al fresco de Padua en que se muestran "los sabios de Oriente" adorando al Niño Jesús. Al proponer el cometa como la estrella de Belén que guió a los astrólogos hasta el lugar de nacimiento de Cristo, Giotto continuaba una silenciosa tradición que se remonta al siglo III d.C., según la cual algunos cometas pueden traer noticias agradables. Giotto no tenía razón alguna para suponer que el cometa que él viera en Italia fuese el mismo que vieron los Reyes Magos, bien que según otra idea medieval todos los cometas no eran sino el mismo objeto que iba y volvía, cual puta al confesonario. Cuando Edmond Halley, cuatrocientos años después de Giotto, diagnosticó sus hábitos hubo toda una estampida de investigadores dedicados a demostrar que el cometa *Halley* era la estrella de Belén. Para la única aparición próxima a esa fecha, los cálculos modernos indican que el *Halley* dobló el Sol el 5 de octubre del año 12 a.C. Pero el margen de error sobre el nacimiento de Cristo no es lo bastante amplio, pues las sanguinarias hazañas del rey Herodes durante la historia de la Natividad delimitan la fecha.

¿Hubo otro cometa? David Hughes, de Sheffield, que es un estudioso de los cometas al tiempo que un esforzado investigador de la astronomía antigua, ha demostrado exhaustivamente que la "estrella" no fue en absoluto un cometa, sino una conjunción de planetas. La aparición en la bóveda celeste de los planetas lentos Júpiter y Saturno en la constelación de Piscis fue un acontecimiento extraño que los sacerdotes zoroástricos de Babilonia se tomarían muy en serio. Dios (Júpiter) con los judíos (Saturno) significaba que estaba a punto de nacer en Palestina (Piscis) el verdadero Mesías de los judíos. Debido a los propios movimientos de la Tierra, los planetas dieron la sensación de juntarse tres veces el año 7 a.C. y, en *La estrella del misterio de Belén* (1979), Hughes establece una clara relación entre estas tres apariciones y las fases de la historia evangélica y acepta opiniones anteriores según las cuales los astrólogos



Aparición del Halley en 1066 representada en el Tapiz de Bayeux (Michael Holford). Este contiene detalles imaginarios, pero la forma, en general, es realista, como se demuestra al compararla con una fotografía del mismo cometa en 1910. (Hale Observatories.)





La localización del cometa Halley de Paolo Toscanelli en 1456 lo representa siguiendo una trayectoria norte a oeste en el firmamento. La figura humana de la izquierda, en lucha con una serpiente, es la constelación de Ofioco, mientras el anillo de estrellas es la Corona Boreal y la figura humana de la derecha, con la nariz luminosa (la estrella Nekkar), es el Boyero, supuesto inventor del arado. (Biblioteca Nazionale Centrale, Florencia, foto de Pineider.)

debieron esperar que el nacimiento del Mesías sucediese el 15 de septiembre. Si bien no está demostrado que Jesús naciera ese día, el año 7 a.C., concluye Hughes, es "una fecha muy probable".

Repetir todas las noticias sobre cada una de las docenas de apariciones del *Halley* resultaría tedioso, pero la acaecida

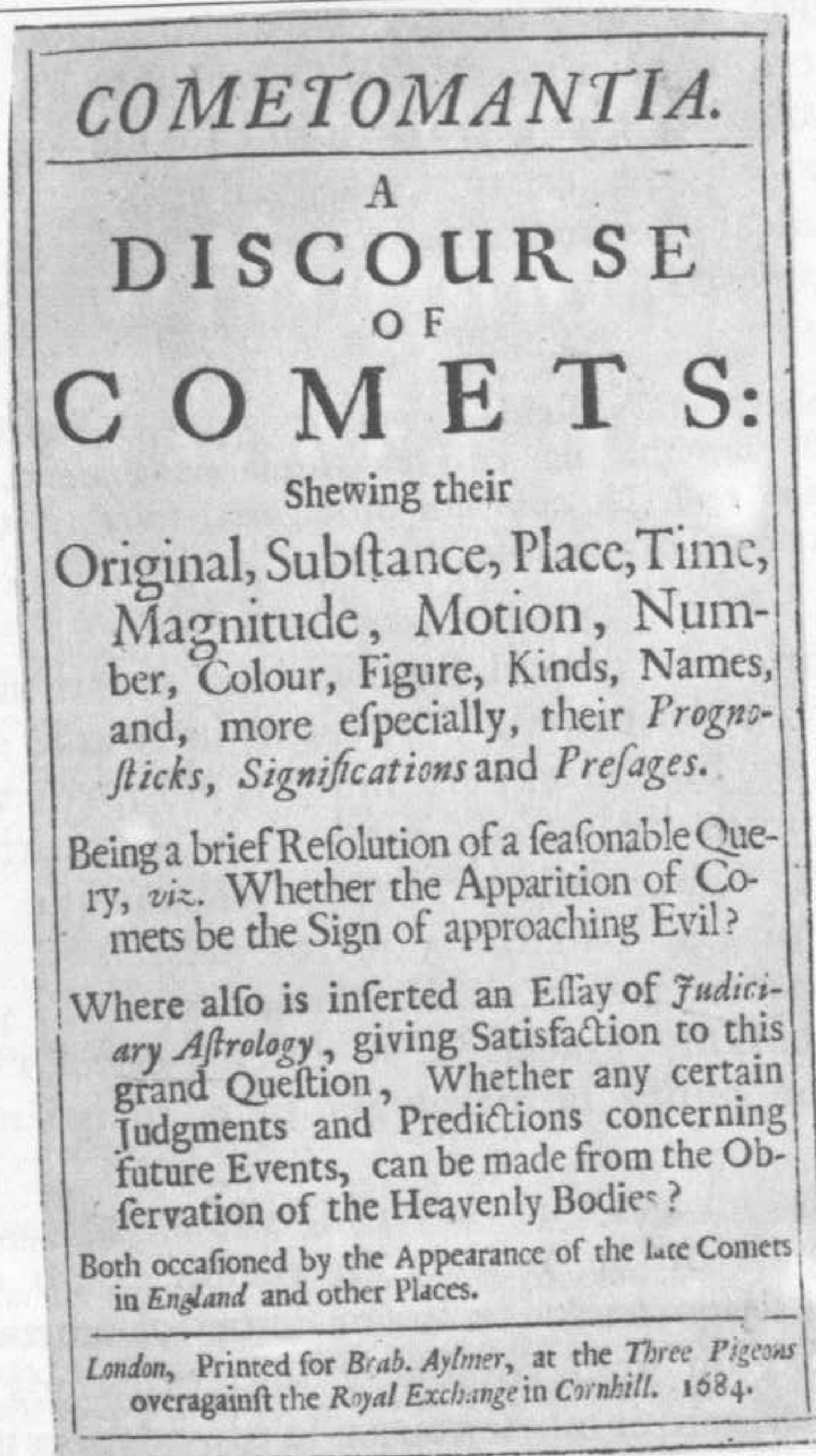
en 1456 d.C. es muy característica. Entre los jóvenes que debieron verlo aquel año estarían Cristóbal Colón y Leonardo da Vinci, mientras que el posteriormente maestro de Leonardo en matemáticas y astronomía, Paolo Toscanelli, se ocupaba de delinear los movimientos del "enorme y terrible" cometa. Este escribió:

La cabeza era redonda y grande como el ojo de un buey y de ella brotaba una cola en forma de abanico, como la de un pavo real. La cola era prodigiosa, pues se arrastraba por un tercio del firmamento.

Las historias de que el Papa ordenó rogativas especiales para protegerse del cometa o bien que incluso lo excomulgó, no parecen ser fundadas, pero muchos europeos se sintieron aterrorizados porque los turcos estaban a las puertas de Belgrado y los "matemáticos" interpretaban que el cometa significaba plagas, hambre y otros desastres. La misma palabra desastre quiere decir "mala estrella" y, al igual que la expresión "gracias a su buena estrella", demuestra hasta qué punto la astrología sigue invistiendo la lengua.

La reina Isabel I es famosa en la historia inglesa por haber salvado al país de la Armada Invencible, pero ya mucho antes había demostrado su valor ante los cortesanos. En 1577 apareció un gran cometa y los cortesanos quisieron advertir a la reina que no tentara a la providencia mirándolo. En tono de desafío, se montó en la ventana y estuvo observándolo con fijeza, declarando: "Asunto concluido". A doscientas millas de distancia, en una isla del Báltico, Tycho Brahe estaba creando la ciencia de los cometas al determinar que ese cometa de 1577 iba por el espacio a una gran distancia.

Al igual que otros fundadores de la astronomía moderna, el propio Tycho creía en la astrología, y los primeros escépticos fueron individuos marginales que no se ganaban la vida



Portada de *Cometomantia*, publicada en Londres en 1684, a raíz de los «últimos cometas», entre los que se incluían el de 1680 y el Halley de 1682. (Royal Astronomical Society, foto de Derrick Witty.)

Pero en cuanto a la astrología —amistades y peleas entre planetas, el sortilegio de las estrellas y todos los demás embelecocos—, nunca soñaron con tales cosas.

En el siglo XVII las universidades de Oxford y Cambridge estaban suprimiendo la astrología de los planes de estudio. Y en *El rey Lear* (obra que surgió justo a tiempo para la aparición del cometa *Halley* en 1607), Shakespeare hace decir al villano Edmund: “... una admirable evasiva de chuloputas, cargar su predisposición a la lascivia a la cuenta de una estrella”. Pero el retroceso de la astrología fue lento y el descubrimiento de Tycho se dejó de lado, o al menos se sostuvo que no demostraba que todos los cometas estuvieran a gran distancia. El autor de la *Cometomantia* (1684), que escribió en el interregno entre la astronomía medieval y la moderna, puso la siguiente glosa a la conocida vulnerabilidad de los reyes a los efectos de los cometas:

Si alguna vez se ha admitido que los cometas perturban e inflaman la atmósfera, y agotan los *succus* (es decir, los jugos) de la Tierra, de ahí se deduciría necesariamente que sus resultados deben ser los terrenos estériles y la corrupción y ruina de los frutos: y de todo esto se seguiría naturalmente la carestía, la escasez y el hambre. Y, como inevitable consecuencia de ambos hechos, debemos esperar enfermedad, sufrimientos, mortandad y, más concretamente, el fallecimiento de muchos Grandes, puesto que éstos son afectados antes o más fácilmente que los demás, dada su delicada crianza y lujosa forma de vida, y a veces sus grandes cuidados y vigilancias, que debilitan y enflaquecen sus cuerpos, volviéndolos más susceptibles al mal (*obnoxious*) que las gentes vulgares.

Paladéese el uso antiguo y literal de “*obnoxious*” y dése crédito al pensamiento protocientífico a la busca de la cadena de causa-efecto capaz de dar sentido a las creencias heredadas.

La escrupulosa, aunque errada, magia que condujo a los Magos a Belén y llevó a los chinos a inventar relojes

en la profesión, singularmente Tomás Moro, cuya cabeza mandó cortar el padre de la reina Isabel. En su *Utopía* (1516), Moro escribió que sus imaginarios isleños practicaban la astronomía:



— Ah!... les comètes... ça annonce toujours quelques grands malheurs!... je n'ai plus que c'te pauvre madame Galuchet est morte subitement hier soir!...

Escepticismo decimonónico. El pie de la caricatura de Daumier, de 1858, dice: «¡Ay, los cometas! Siempre traen mala suerte. ¡No me sorprende que la pobre señora Galuchet se muriera anoche de repente!» (De la colección de Marcel Lecomte, foto de Photographie Giraudon.)

mecánicos estaba condenada a desmoronarse. Como bien saben los engañabobos seguros de sí mismos, se puede decir cualquier cosa poniendo cara de persona seria y alguien se lo creerá; Casanova, por ejemplo, utilizaba la astrología

para congraciarse con las mujeres. Desde luego, este arte es ilegal en Inglaterra donde, durante siglo y medio, la ley ha proclamado:

... toda persona que simule o sostenga que interpreta la fortuna o que utilice cualquier sutil instrumento o artilugio, mediante la quiromancia o cualquier otro sistema, para engañar y embaucar a algún súbdito de Su Majestad ... será considerado Pícaro y Vagabundo, según el recto sentido y significación de esta Ley.

Los legisladores de la época de Jorge IV prescribieron un castigo de tres meses de trabajos forzados, pero la ley es burlada desde las columnas astrológicas de los periódicos y las revistas, mientras los Pícaros y Vagabundos estafan todos los días de la semana a los súbditos de Su Majestad.

Sin embargo, el mayor fraude del populacho sigue corriendo a cargo de los adivinos oficiales. Dos milenios después de Nerón y pese a los repetidos chascos, pervive una terca creencia: el futuro bienestar de las naciones y el comportamiento de sus gentes son predecibles, y todo irá bien si la política se adapta a lo que auguran los signos. Actualmente, se deja en paz a los astrónomos gubernamentales para que se dediquen a buscar agujeros negros y se desatarían las lenguas si los dirigentes de los modernos países industriales fueran descubiertos escudriñando el cielo a la hora de preparar los presupuestos del Estado. No hay necesidad de eso: los más respetables astrólogos de última hora se han adaptado a los tiempos, cambiando las ropas de mago por trajes de calle y las tablas adivinatorias por fichas de computadora. Todavía se entrometen en el arte de gobernar y se llaman a sí mismos economistas.

La astrología tradicional sigue siendo una industria mundial millonaria en dólares y la astrología lunar está jugando un gran papel en la década de 1980, explotando la correspondencia entre los ritmos emocionales y el ciclo menstrual.

Cuando la Academia Nacional de Ciencias de Washington encargó la estatua para el centenario de Einstein, el escultor eligió presentar al viejo escéptico espinociano leyendo su horóscopo, un proyecto tan grotesco que la estatua fue seriamente rechazada por la comunidad científica, incluso después de corregirse la carta celeste. Pero, para los más crédulos, los cometas siguen telegrafando noticias desastrosas; en 1973, por ejemplo, un panfleto de los "Niños de Dios" (véase ilustración p.21) explicaba que el cometa Kohoutek anunciaba el fin del mundo para el 31 de enero de 1974.

Y hace una generación, cuando los astrónomos predijeron que el 18 de mayo de 1910 la Tierra atravesaría la cola del cometa Halley, se produjo una consternación de distinto tipo y sólo semicientífica. El encuentro ocurriría lejos de la cabeza del cometa y los especialistas sabían hasta qué punto era en realidad tenue la cola del cometa; y también que la Tierra había salido sana y salva de, por lo menos, dos colas de cometa durante el siglo XIX. Pero el descubrimiento de gas cianógeno, un conocido veneno, en la cola del cometa Morehouse en 1908 pudo más que sus tranquilizadoras palabras. Y un escritor francés sugirió que el hidrógeno de la cola podría reaccionar con la atmósfera de

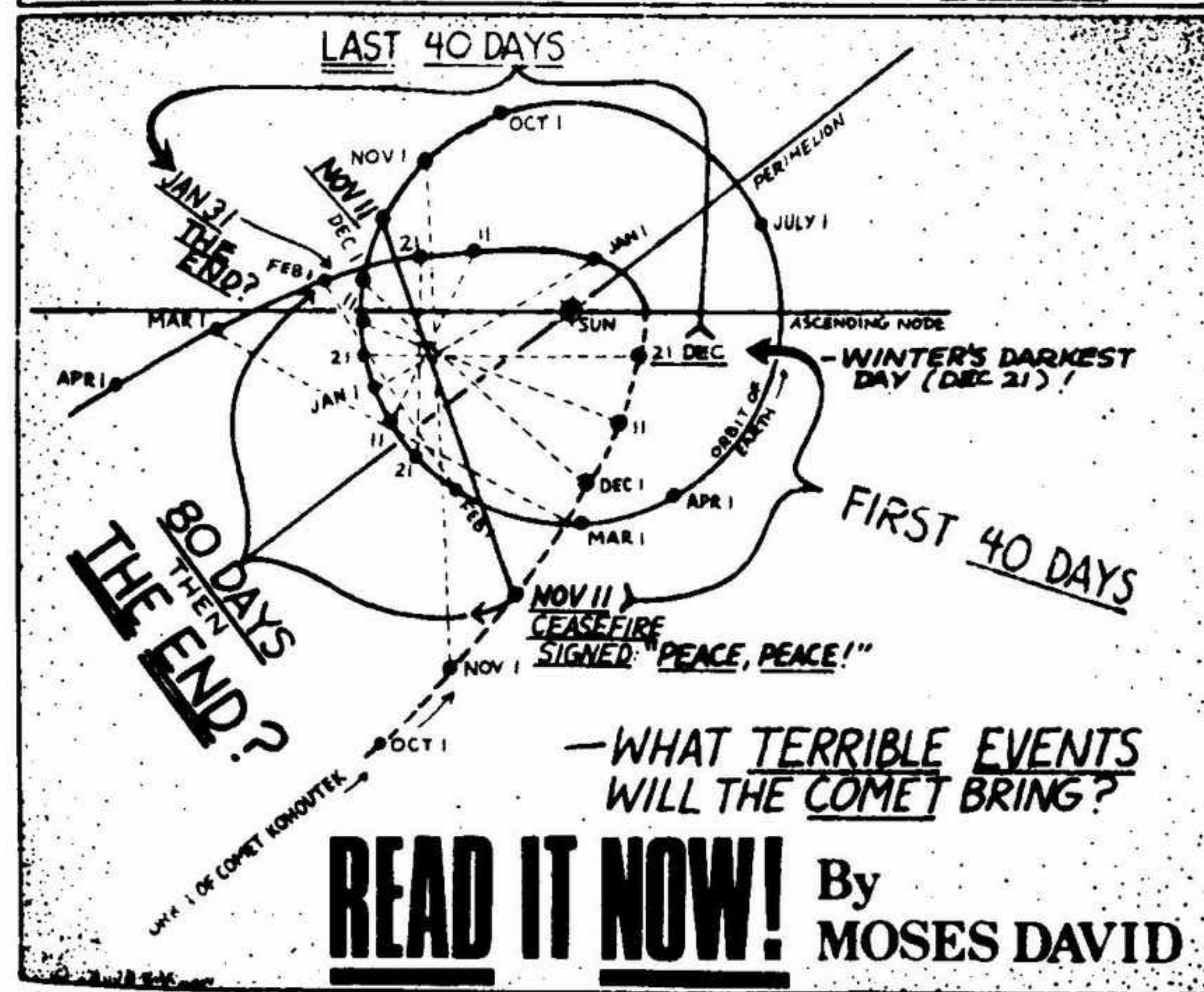
Credulidad del siglo xx. Este opúsculo de 1973 pone de manifiesto cómo los cometas siguen sirviendo de base para profecias catastrofistas. (Children of God Trust, 1973.)

El texto dice: «¡40 días, y Nínive será destruida!» ¡Cuando estén gritando «Paz, paz», súbitamente vendrá la destrucción!
¿El caos del cometa?
Últimos 40 días
El día más tenebroso del invierno (21 dic.)
Primeros 40 días
80 días y luego ¿el fin?
11 nov; fuego final; firmado: ¡Paz, paz! ¿Qué terrible acontecimiento traerá el cometa?
¡Léalo ahora mismo!

40 DAYS!

and "NINEVAH SHALL BE **DESTROYED!**"

- WHEN THEY SHALL CRY "PEACE, PEACE" THEN COMETH
SUDDEN DESTRUCTION! **COMET'S CHAOS?**



READ IT NOW! By **MOSES DAVID**

©CHILDREN OF GOD TRUST 1973

la Tierra, "sobrecogiendo nuestro planeta en una gigantesca explosión".

El hombre y la mujer de la calle aguardaron el acontecimiento con aprensión. Los inevitables alegatos de que los cálculos "oficiales" estaban equivocados y de que la cabeza del *Halley* chocaría contra la Tierra aumentaron el malestar. Mientras que unos cerraron las ventanas para protegerse del cianógeno, hubo otros que, como ya hemos mencionado, se mataron a sí mismos para ahorrarle el engorro al cometa. Los más osados se mantuvieron a la expectativa mientras la Tierra se sumergía en la cola del *Halley*.

Un historiador social que señaló el estado de ánimo general fue James Thurber, que por entonces tenía dieciséis años. Le llegaron ciertas predicciones de que el *Halley* iba a estrellarse contra el planeta en algún punto situado entre Boston (Massachusetts) y Boise (Idaho), empujándolo a las tinieblas exteriores, muy lejos del Sol. Como anotó Thurber:

No pasó nada, excepto que me quedó una curiosa crispación del oído izquierdo tras la puesta de Sol y la tendencia a iniciar un trotecillo perruno al mínimo resplandor de cerilla o al brillo de una linterna.

Los emperadores chinos tenían razón: cuanto menos sepa el público en general de los cometas, o cuanto menos los vea, mejor. La reciente disminución de la fiebre se debe más a la iluminación eléctrica de las calles, que dificulta la visión de los cometas, que a los conocimientos sobre cuestiones cósmicas. Las revelaciones sobre la naturaleza residual de los cometas y su obediencia a las leyes de la gravedad no han conseguido erradicar la fiebre del cometa, que continúa siendo endémica debido a que la naturaleza estimula el apetito humano por las emociones baratas mediante la provisión de un gran cometa, más o menos, cada diez años. La culpa principal recae categóricamente sobre un cometa y sobre un hombre.

Trayectorias oblongas

Halley hubiera contado como un científico importante aunque no hubiera unido su nombre para siempre a una fruslería cósmica. Todo el mundo ha oído hablar de la enfermedad de Parkinson, mientras que James Parkinson ha sido olvidado, y Lord Cardigan ha sido inmortalizado por su elección de la ropa de punto (un *cardigan* = una chaqueta de punto) y no por sus desventuras igualmente originales en el campo de batalla. Y Edmond Halley, filósofo de la naturaleza, amigo y plaga de Isaac Newton, resplandece por obra del cometa Halley. Se propuso situar los cometas en su sitio dentro del orden cósmico y, en consecuencia, mitigar todas las especulaciones y temores que despertaban, pero en último término empeoró la fiebre. Su desgracia fue nacer en 1656, cuando el estudio de los cometas estaba haciendo crisis y "su" cometa estaba a veintiséis años de distancia, dirigiéndose hacia el Sol.

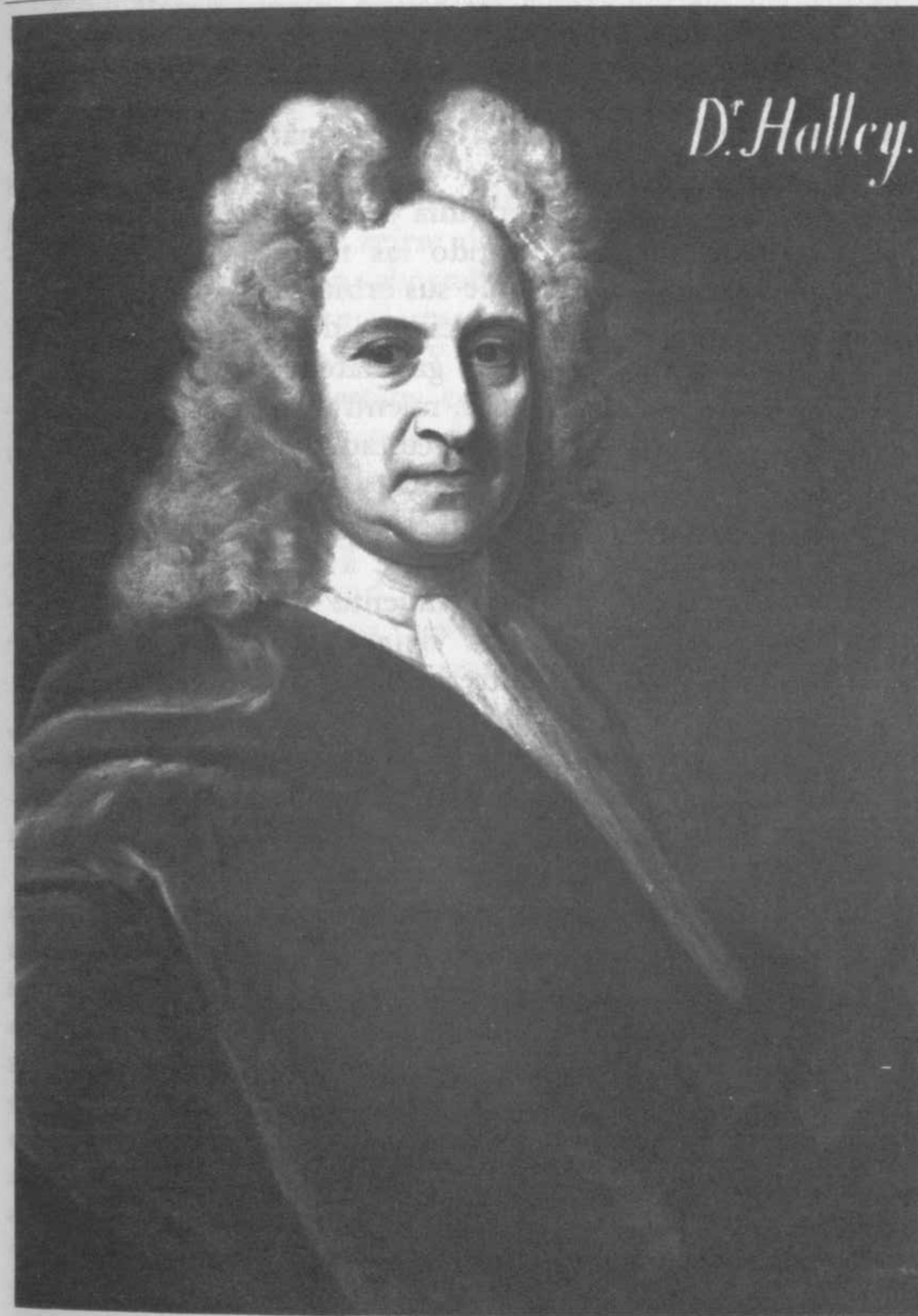
Por otra parte, todo estaba dispuesto para que Halley quedara en la historia como un genio común y un tipo simpático. Tenía un padre bastante rico, aunque oscuro, fabricante de jabón en Londres. De joven, demostró su talento para la astronomía al hacer las primeras cartas exactas del firmamento meridional y, posteriormente, comenzó a estudiar la vida íntima de las estrellas. Halley podía ser profundo, como cuando observó que si el universo estuviera compuesto de infinitas estrellas todo el firmamento

debería ser muy brillante. Era imaginativo y supuso que había personas que vivían dentro de la Tierra. También era valiente, pues inventó una campana submarina y la probó personalmente, y se hizo cargo de un pequeño buque de guerra, el *Paramoro*, en dos viajes al sur del Atlántico con objeto de delinear las variaciones globales del magnetismo terrestre.

En el mismo buque llevó Halley a cabo la primera investigación completa de las corrientes y las mareas del canal de la Mancha. Ascendió a las montañas portando barómetros para descubrir cómo disminuía la presión de la atmósfera con la altura e hizo una carta de los vientos de todo el mundo, incluidos los alisios y los monzones. Su originalidad aparece en las cosas pequeñas, por ejemplo, al medir la extensión de los condados ingleses por el sistema de recortar el mapa y pesar los trozos, tanto como en los proyectos eminentes, entre los que se cuenta la composición de tablas de expectativa de vida. En estos distintos aspectos puede considerársele el fundador de la cosmología, de la geofísica, de la oceanografía, de la meteorología y de la demografía modernas, así como de la astronomía estelar. Por todo lo cual merece un respetuoso recuerdo.

Pero París es una ciudad llena de trampas para muchos jóvenes y allí fue donde, a los veinticuatro años, Halley se enamoró con locura de los cometas. Su visita coincidió con la aparición del gran cometa de 1680. Consiguió los datos exactos de sus movimientos por el cielo gracias al director del Observatorio de París, Giovanni Cassini, e intentó trazar la ruta del cometa en el espacio. La tarea se le complicó mucho porque creía que los cometas se desplazaban en línea recta. Por su parte, Cassini suponía que el cometa seguía una órbita pequeña alrededor del Sol, lo que era igualmente falso.

Las ideas de los primeros científicos suelen parecer burdas porque la ciencia es un jardín donde las teorías crecen en los arriates de datos y los errores van siendo posterior-



Edmond Halley. (National Portrait Gallery, Londres.)

mente escardados; tenemos hectáreas de datos que estaban casi sin cultivar hace trescientos años y, en consecuencia, cualquier licenciado de tercer orden del siglo XX sabe mucho más sobre el funcionamiento de la naturaleza que, por ejemplo, Isaac Newton. Pero la idea de que los cometas se movían en línea recta era una concepción muy avanzada en la época de Halley, cuando las tentativas de ocuparse realmente de los cometas y de sus órbitas estaban resultando tan confusas como las invenciones de la astrología. Por eso, dejemos al joven inglés garabateando, tachando números y enjugándose la frente, mientras intenta impresionar a los *virtuosi* franceses con sus facultades analíticas, y veamos cómo se las arregla para hacer el burro.

Si un astrónomo ve una luz que cambia lentamente su posición en el cielo de una noche a otra, no puede decir intuitivamente cuál es su movimiento puesto que no sabe cómo varía su distancia. Los vigías marinos sufren similar confusión para distinguir entre las luces del *Queen Elizabeth 2* a diez millas de distancia y las de un yate a cien metros, pero lo peor que puede ocurrirle a un marino que se equivoca al interpretar las luces en el mar es que se ahogue. El astrónomo del siglo XVII que llegara a conclusiones equivocadas sobre las luces del cielo podía ir a parar al infierno.

Se suponía que algunas luces no existían en absoluto y las estrellas "nuevas", de que los astrólogos chinos habían dado constancia durante siglos, pasaron desapercibidas para sus contrapartidas europeas. El sabihondo que sin pretenderlo cegó a la civilización occidental durante dos milenios fue un macedonio llamado Aristóteles. Ejerció en el Liceo de Atenas durante el siglo IV a.C. y dijo a todo el que se molestó en oírlo que el universo estaba dividido en dos reinos distintos: las regiones "sublunares", situadas debajo de la Luna, repletas de cambio, de decadencia y de cometas, y las regiones más lejanas del otro lado de la Luna donde, entre planetas y estrellas, operan reglas completamente distintas y nada cambia nunca.

Este florecimiento de las imaginaciones de los antiguos hubiera tenido una vida corta e inocua de no ser porque atrajo a la iglesia medieval, que adoptó como dogma un cosmos perfecto e inmutable. La teoría era irreprochable. En primer lugar, el maestro de Aristóteles, Platón, había decretado que el humor no tenía lugar en la filosofía, de manera que no cabía reírse de tales proposiciones. El plan del universo también ahorra mucho trabajo a la astronomía: ¿para qué molestarse en mirar las estrellas fijas si nada cambiaba nunca? Y si no se miraba, era imposible ver que Aristóteles estaba equivocado. En último término, la naturaleza puso las cosas en su sitio al producir un cambio en el reino de las estrellas que era difícil no percibir.

Una noche de 1572 unos asombrados campesinos fueron importunados por un joven astrólogo danés con nariz de oro. Tycho Brahe, que había perdido parte del rostro en un duelo a la alemana, señalaba preso de agitación hacia el cielo y preguntaba a los campesinos qué veían. El astrólogo no creía a sus propios ojos, porque lo que había sorprendido mientras volvía a su casa desde el laboratorio de la abadía de Heridsvad contravenía de repente las leyes de Aristóteles sobre el universo, expuestas 1.900 años antes. Pero los campesinos, con su vista no deteriorada por la educación, confirmaron que había una estrella muy brillante que nunca antes habían visto en el pecho de Casiopea. En realidad, era otra de las estrellas en explosión, pero eso no se comprendió hasta el siglo XX; de cualquier forma, la causa tenía menos importancia en aquel momento que el mero hecho de haber una estrella "nueva".

Cuesta hacerse idea del horror y la incredulidad de aquella noche de hace cuatrocientos años. Tycho escribió más tarde:

Un verdadero milagro, si no el mayor que ha ocurrido en todo el ámbito de la naturaleza desde los comienzos del mundo, al menos digno de clasificarse con toda seguridad junto con los atestiguados por los Oráculos Sagrados ...



El famoso cometa de 1577 analizado en un pliego astrológico editado en Danzig. (RAS, foto de Derrick Witty.)

Incluso los sabios europeos se atrevieron a mirar al intruso; deseaban clasificarlo como un suceso sublunar, muy cercano a la Tierra, “como los cometas”. Pero Tycho midió los ángulos de la nueva estrella con otras estrellas del firmamento y demostró que no se alteraban en el curso de la noche. Por tanto, no se trataba de una aparición sublunar, sino de un fenómeno muy lejano. Después de seis meses de estudio —en el transcurso de los cuales había desaparecido la nueva estrella—, Tycho se convenció de que ni siquiera podía ser un planeta, sino que estaba situada “en la octava esfera, entre las demás estrellas fijas”.

Para que nadie pueda darse aires de superioridad ante

el suceso, permítaseme decir que la ciencia moderna ha pasado por un trauma similar a propósito de otras luces del cielo y de la distancia a la que podrían estar. A mediados del siglo XX, los astrónomos se sentían satisfechos porque sabían cómo generaba luz el firmamento, mediante reacciones nucleares de las estrellas. Entonces, un buen día de 1963, el joven astrónomo holandés Maarten Schmidt, que trabajaba en Pasadena (California), estaba embrollado con los rasgos no identificados de la luz de un brillante cuásar azul, conocido como una potente fuente de ondas de radio. Resolvió el problema, pero la solución era increíble y también Schmidt desconfió de sus ojos. Tuvo que pedir a un colega norteamericano que confirmara que lo que él veía en la fotografía significaba realmente que el cuásar estaba a una inmensa distancia. De ser así, el fenómeno era mucho más potente de lo que podían explicar las explosiones nucleares más violentas. Cuando Maarten Schmidt describe sus sentimientos podría ser Tycho Brahe hablando: “Aquella noche me fui a casa en un estado de incredulidad. Dije a mi mujer: ‘Es horrible, hoy ha pasado una cosa horrible’”. El cuásar necesitaba una nueva fuente de energía para explicarlo y en la actualidad se piensa que tales objetos contienen gigantescos agujeros negros que engullen estrellas enteras.

El rey de Dinamarca dio a Tycho una isla y fondos para construir un observatorio. Esta isla era Hven, situada en el Sound, entre Dinamarca y Suecia, y allí realizó Tycho un estudio especial sobre el gran cometa de 1577. El resultado fue casi tan alarmante como la estrella nueva. Pese a toda su espectacularidad astrológica (acostumbraba a disfrazarse para observar el cielo), Tycho tenía un perspicaz instinto científico. Si Aristóteles estaba equivocado con respecto a las estrellas, tal vez también errase al suponer que los cometas eran fenómenos de la alta atmósfera, como las auroras de los cielos polares. Tycho se acordó de la idea árabe de que los “cometas no se producen en el aire sino en el cielo”, y en su descripción de la nueva estrella

expuso su planteamiento: "Que sea así, todavía no lo tengo claro. Pero ¡pluga a Dios! si alguna vez en nuestro tiempo se deja ver un cometa, investigaré la verdad del asunto". No podía haber pedido un ejemplo mejor que el cometa de 1577, tan brillante que se veía a la luz del Sol.

En cuanto alguien tan preparado como Tycho se tomó la molestia de comprobar la fábula de Aristóteles sobre que los cometas eran exhalaciones sublunares, las observaciones la refutaron. En aquellos momentos no podía conseguirse nada mediante la simple observación de la posición del cometa desde un solo lugar (era evidente que los cometas se movían con respecto a las estrellas), pero Tycho comparó las posiciones aparentes del cometa, tal como las había recogido en Hven, con observaciones simultáneas hechas desde otros puntos de Europa. A distancias de unos cuantos cientos de leguas, la dirección de la Luna resultaba cuantitativamente distinta desde dos observatorios, pero no aparecían diferencias perceptibles en la dirección del cometa, lo que significaba que estaba mucho más allá de la Luna. Los astrónomos más píos se mostraron en desacuerdo, pero Tycho comparó las observaciones demasiado a fondo para equivocarse.

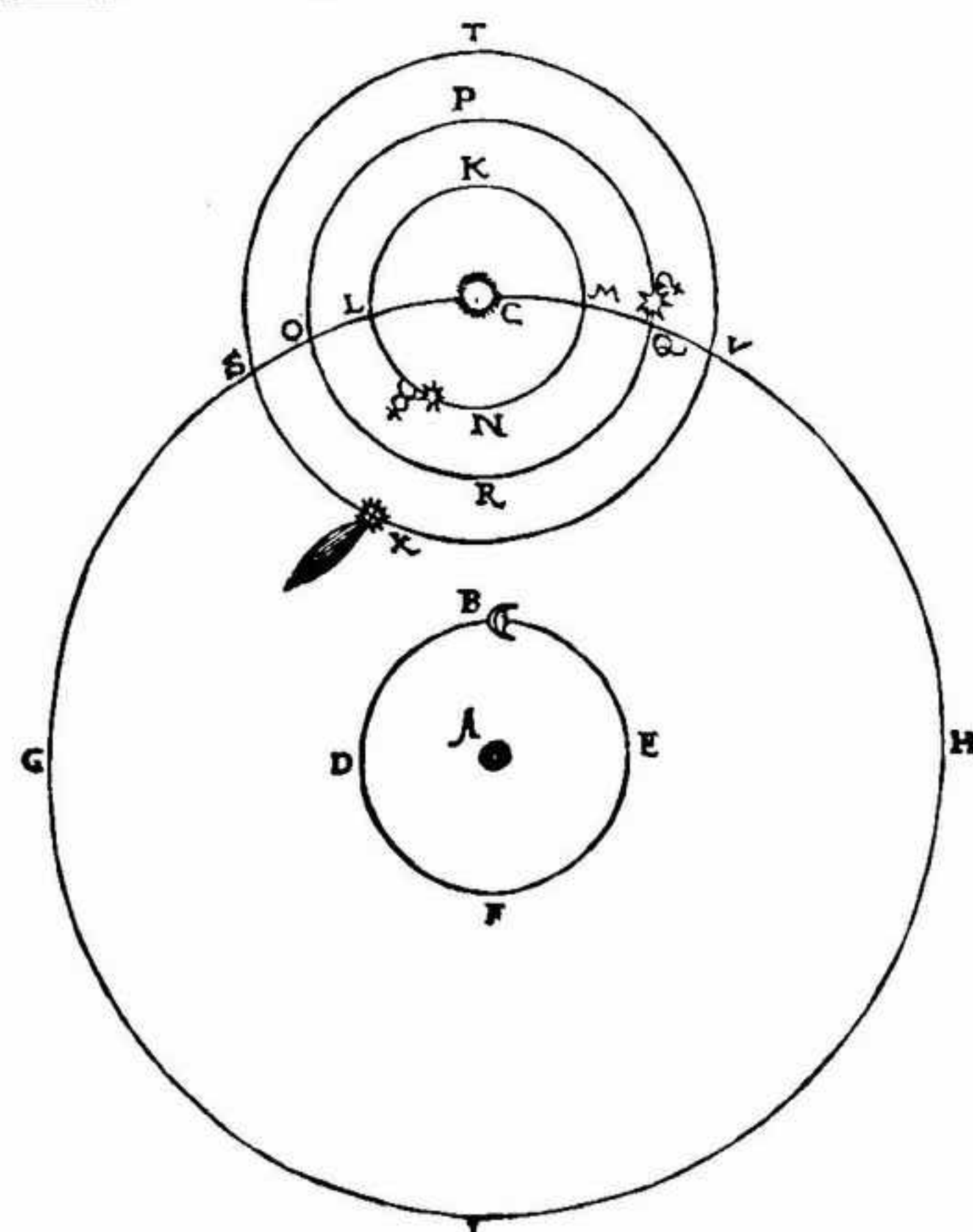
La isla de Tycho pertenece hoy a Suecia y nada queda del palacio-observatorio de Uraniborg, la primera aventura europea en la Gran Ciencia. Tycho fue un tirano que encarceló a los arrendatarios cuando retrasaban sus rentas y, en una visita que hice al lugar en barco, me imaginé la satisfacción con que los isleños saquearon hasta las piedras cuando ni siquiera la corte danesa pudo con el orgulloso y extravagante astrónomo y Tycho hizo trasladar sus instrumentos a islas extranjeras. Después de los isleños llegaron los colec-

◀ La confusión del siglo XVII respecto a las órbitas de los cometas, reflejada en la portada de la obra de Hevelius (1668). El autor, en el centro, expone su versión, totalmente errónea. (Royal Astronomical Society, foto de Derrick Witty.)



cionistas de los museos y sólo sobreviven unos montículos de lo que en tiempos albergó instrumentos subterráneos. Hay una estatua del odiado terrateniente, hoy en apariencia olvidado, quizás porque el estudio de Tycho del cometa de 1577 ayudó a socavar los derechos divinos de todos los reyes y terratenientes.

En el modelo medieval del universo, las nociones feudales de rango eclesiástico y estatal estaban escritas en el cielo, donde el Sol era el rey y los planetas eran luces menores, a veces indóciles y potencialmente sediciosos. Los ángeles



Intentos de dar coherencia a las trayectorias de los cometas: 1. Tycho Brahe supuso que el cometa de 1577 orbitaba alrededor del Sol, en tanto éste estaba en órbita terrestre. Este curioso compromiso entre la concepción tradicional y la copernicana del sistema solar tuvo una débil acogida. (Ann Ronan Picture Library.)

y los barones, las águilas y las moscas, los árboles y las hierbas, las piedras preciosas y la tierra vulgar, todo tenía su lugar dentro de la jerarquía que coronaba Dios, y los ángeles de grados descendentes tenían a su cargo las estrellas fijas y los planetas. Dicho de manera más técnica, la Tierra era el centro del universo, y la Luna, el Sol y los cinco planetas conocidos eran cuerpos perfectos, cada uno de ellos fijo a una perfecta esfera de cristal que giraba alrededor de su eje al ritmo que le correspondía. Las esferas estaban metidas unas dentro de otras, como las muñecas rusas, y la octava esfera, la mencionada por Tycho, sostenía todas las estrellas "fijas". Poner en cuestión alguna parte de esto era grave. William Shakespeare hace que Ulises lo explique:

Los mismos cielos, los planetas y este centro
Guardan el grado, la prioridad y el lugar,
La permanencia, el movimiento, la proporción, la forma,
La función y la costumbre con orden absoluto ...

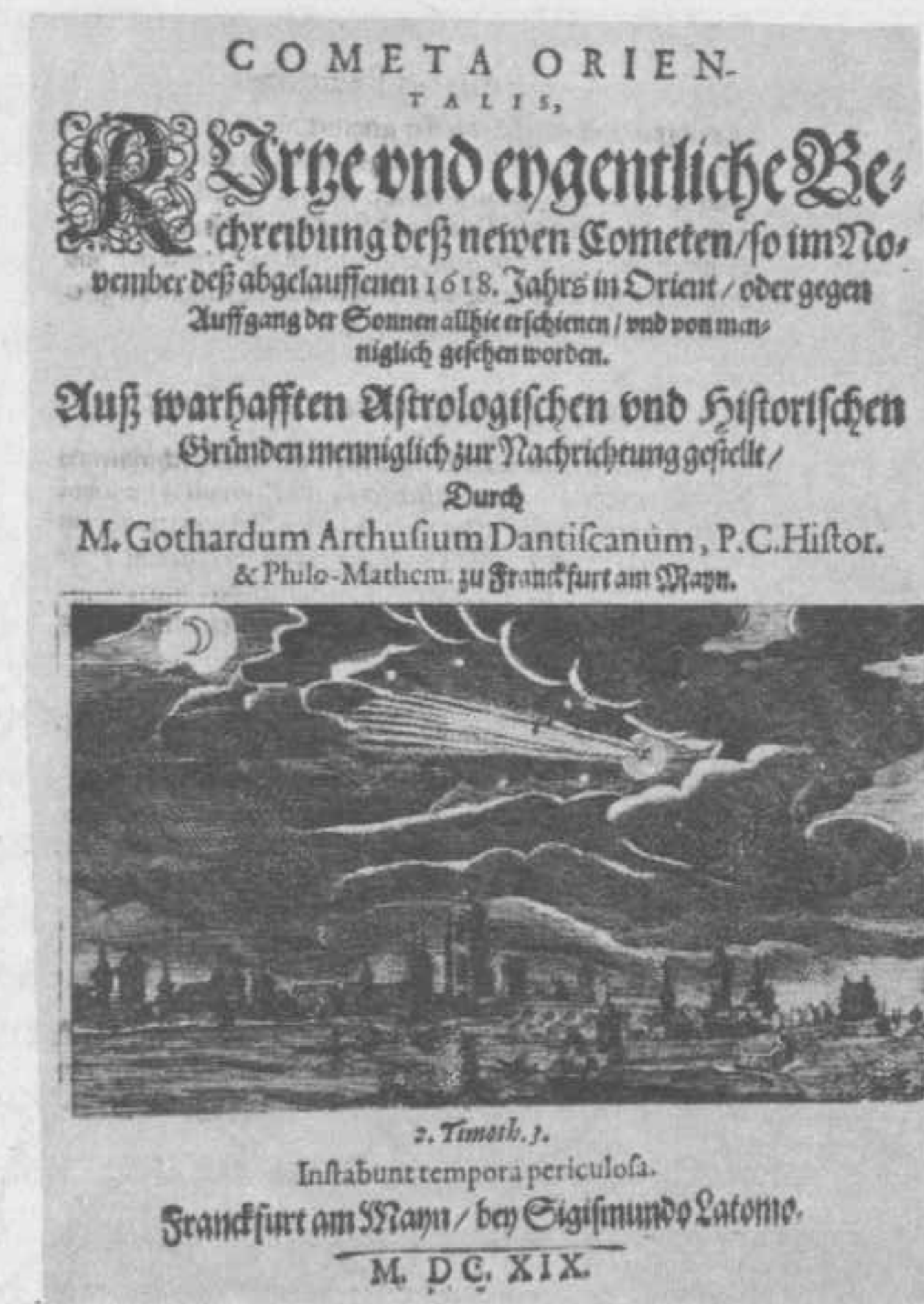
Y así sucesivamente. En 1600, precisamente en el momento en que Shakespeare escribía *Troilo y Crésida*, Giordano Bruno era quemado en la hoguera en Roma por sus opiniones heréticas, entre ellas la de que la Tierra, "este centro", se movía.

Galileo Galilei pronto vio cosas increíbles por su telescopio: manchas solares, cráteres de la Luna, satélites de Júpiter, etc. Y también se encontró dando cuenta a la Inquisición de sus opiniones sobre los asuntos celestes. En 1633 tuvo que retractarse y reconocer sus errores y, aun así, fue condenado a confinamiento. Y no es que Galileo, que murió solo y ciego, tuviera ninguna razón para entristecerse, pues su nombre sería absuelto pocos siglos después de su muerte. En 1979, con ocasión del centenario de Albert Einstein, el Papa declaró que el veredicto de la Iglesia sobre Galileo tendría que revisarse, aunque posteriormente un abogado del Vaticano advirtió que la causa no iría muy rápida dado que los protagonistas habían fallecido.

El choque entre Galileo y la Iglesia no tuvo nada de equívoco académico sobre la forma correcta de analizar los movimientos cósmicos: la nueva astronomía, y más concretamente su difusión entre los estudiantes y el público en general, amenazaba a las jerarquías del cielo y de la tierra. En la Inglaterra protestante de finales del siglo XVII, Halley y sus amigos no tenían que temer por su pellejo, pero otra cosa eran los empleos y la designación de Halley como profesor de Oxford fue bloqueada durante algunos años porque era "un escarnecedor de la religión". Estas cuestiones en apariencia técnicas y aburridas sobre los rastros de pequeños fragmentos del universo debían manejarse con circunspección, porque podían crearle al analista problemas con Dios o, al menos, con sus representantes en la Tierra. Durante cientos de años los cometas han tenido una cierta importancia filosófica, en cuanto granadas de mano de la revolución cósmica.

El cometa de larga cola de 1577 se estrelló contra las esferas de cristal transparentes que supuestamente sostenían a los planetas. Para un posterior colaborador de Tycho, Johann Kepler, esta sencilla declaración era suficiente, pero la versión del propio Tycho fue más complicada. Este rechazaba la idea radical de Copérnico de que la Tierra se movía, pero situó los planetas y el cometa de 1577 en órbitas alrededor del Sol. Lo cual metía la esfera del Sol y las esferas de los planetas en un lío fatal. Y cuando Kepler trabajó sobre las cuidadosas mediciones de los movimientos de los planetas que había elaborado Tycho, descubrió que ni siquiera se desplazaban en círculos. Si después de eso seguían existiendo las esferas de cristal, tenían que ser muy inestables.

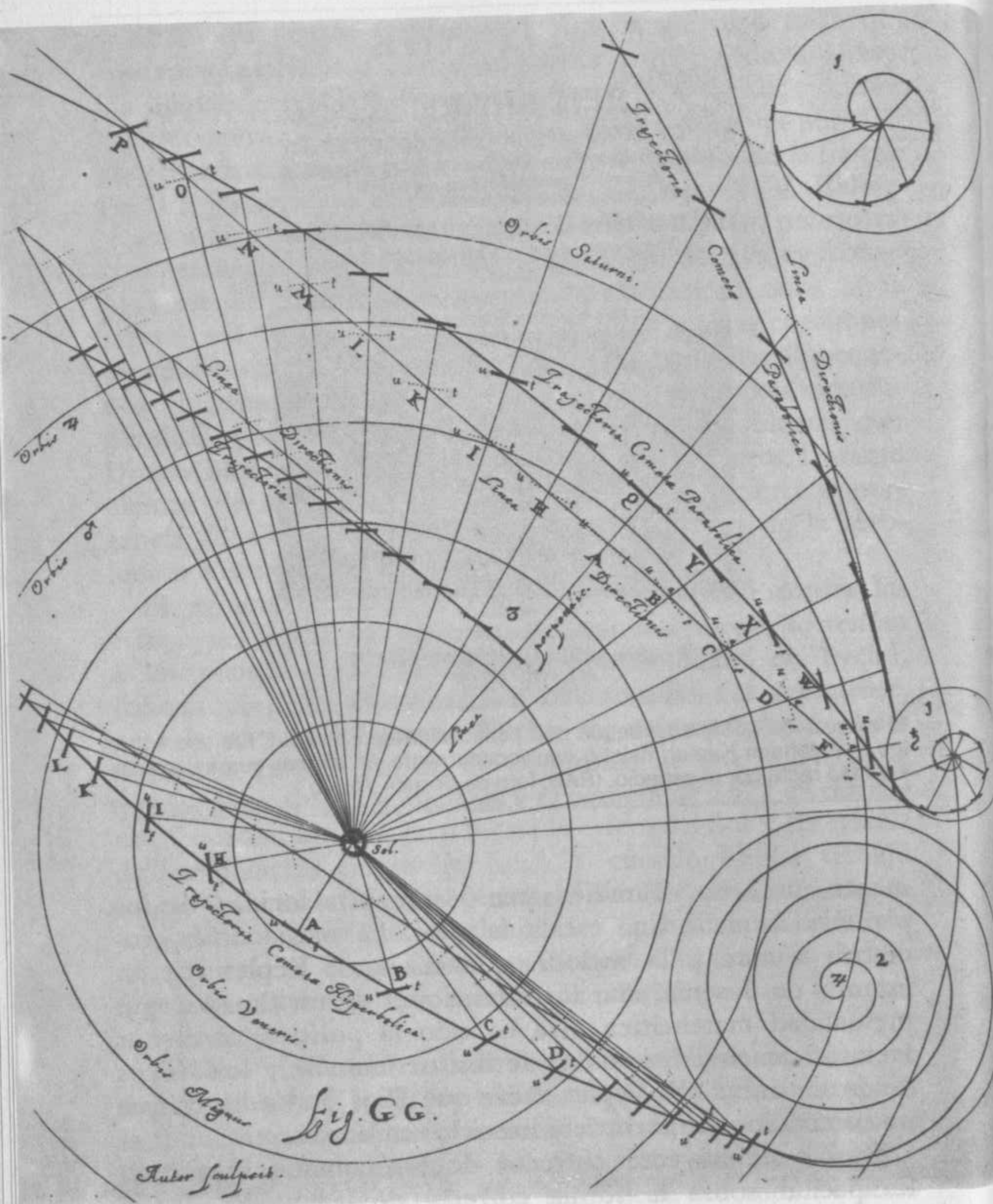
Kepler, el alemán exilado que se convirtió en Praga en matemático real, mago y músico de los planetas, inauguró la moderna astronomía planetaria al descubrir que las órbitas de los planetas alrededor del Sol eran siempre elípticas, ese círculo algo aplastado que se obtiene cortando oblicua-



El cometa de 1618, aquí según una publicación de Frankfurt, fue uno sobre los que Johann Kepler insistió equivocadamente en afirmar que se movían en línea recta por el espacio. (RAS, foto de Derrick Witty.)

mente un cono. También pensó que la velocidad de los planetas formaba una escala musical. La magia de la geometría cónica y la melodía planetaria de Kepler fue un intento de desembrollar las intenciones de un Creador con mentalidad matemática. Esa ha sido la política, al menos metafóricamente hablando, de los astrónomos y los físicos desde entonces. Y Kepler creía que Dios podía hacer que un cometa intruso recorriera los cielos en línea recta.

Buscar el trayecto correcto de los cometas era como recapacitar sobre la forma correcta de las ruedas de un



carro; un problema al que Galileo dedicó cierta atención en sus días de libertad. Respaldó con su considerable autoridad la opinión de que las ruedas de carro triangulares serían menos perfectas que las redondas, satirizando de este modo a los eruditos que pretendían calificar jerárquicamente las figuras geométricas según su *pedigree* y nobleza. Pero el alegato de Galileo a favor de una concepción más democrática y funcional de las formas bien poco se pudo oír por encima del ruido de la maquinaria cósmica que se derrumbaba.

La adecuación de las órbitas circulares para los movimientos eternos de los planetas era tan evidente que los calentes medievales se habían apegado a ellas frente a cualquier observación en sentido contrario. Un planeta perfecto montado en una esfera cristalina perfecta giraba con toda naturalidad para siempre y los ángeles no eran más que accidentales mecánicos de un motor dotado de movimiento perpetuo en virtud de su forma. Por el contrario, los objetos terrestres, que se mueven en línea recta, se detienen pronto. Incluso después de haber visto a los cometas destrozando las esferas sin esfuerzo y de haber transformado lo que quedaba de los círculos en elipses, Kepler no podía deshacerse de los viejos hábitos mentales.

Tycho había situado los cometas en los segmentos perecederos de las órbitas circulares para otorgarles movimiento espontáneo, pero Kepler puso mala cara ante la consecuencia de que los efímeros cometas compartieran parte del orden divino de los planetas. Las recientes investigaciones históricas de James Ruffner, de Detroit, clarifican las ideas de Kepler:

◀ Intentos de dar coherencia a las trayectorias de los cometas: 2. Johann Hevelius creía que los cometas se movían aproximadamente en línea recta, en conformidad con la teoría de Johann Kepler, si bien con alguna desviación. Obsérvese que se supone que las espirales trazadas por los cometas en sus desplazamientos salen del sistema planetario, manteniendo aquéllos su disco orientado siempre al Sol. (RAS, foto de Derrick Witty.)

su principal analogía para los cometas eran los cohetes, que arden, se aceleran y luego van disminuyendo de velocidad, al mismo tiempo que se desplazan aproximadamente en línea recta. La línea recta era mortal de necesidad porque en un universo finito no podía prolongarse infinitamente. Lo que la convertía en la ruta idónea de los mortales cometas.

Luego de una elaboración decididamente desaliñada de las observaciones, Kepler afirmó que los cometas de 1607 y 1618 encajaban con su teoría. Si bien sus trayectorias no se parecían en absoluto a líneas rectas, explicó Kepler, eso se debía a que la Tierra estaba en movimiento, demostrando de este modo que Copérnico tenía razón al decir que nuestro planeta orbitaba alrededor del Sol. Con este argumento, Kepler puso a Halley y demás sucesores en un aprieto; podían encontrarse tomando partido por las antiguallas anticopernicanas si ponían en cuestión el movimiento en línea recta de los cometas. Pierre Gassendi amplió la línea de razonamiento al decir que incluso los aparentes cambios en la velocidad de los cometas eran ilusiones debidas a los propios movimientos de la Tierra: los cometas, afirmó, viajaban eternamente a una velocidad regular y en línea recta, cruzando el universo infinito. Lo cual, aplicado a los cometas, era tonto, pero era un tipo de movimiento posible y el mutuo alejamiento de las galaxias en el universo en expansión se aproxima al diagnóstico de Gassendi sobre la huida de los cometas.

La adaptación más elaborada de la teoría del movimiento en línea recta de los cometas aparece en el volumen *Cometographia*, de Johann Hevelius, publicado en 1668. El eminente astrónomo de Danzig explicaba que los cometas eran cuerpos con forma de disco desprendidos de los planetas. Embestían contra el sistema solar siguiendo líneas que no eran "nunca exactamente rectas, como quieren Kepler y otros". Las observaciones demostraban que se curvaban algo hacia el Sol y Hevelius construyó una teoría en la que la cambiante orientación del disco modificaba el mo-

vimiento de los cometas. Era muy sutil, complicada y errónea.

Esto nos devuelve a Halley en París, dando tumbos entre sus diagramas mientras trataba de conseguir que el cometa de 1680 fuese en línea recta, como había dicho que debía ir el gran Kepler. Si en algún momento sospechó que los afables súbditos del Rey Sol, Luis XIV, se estaban riendo por los codos, él por regla general vivaracho inglés debió sentirse enrojecer. Por la razón que fuese, Halley cuidó el problema de las órbitas de los cometas como si fuera una herida sin cicatrizar, hasta que un cuarto de siglo después hizo la predicción que sobresalió muy por encima de sus demás serios logros.

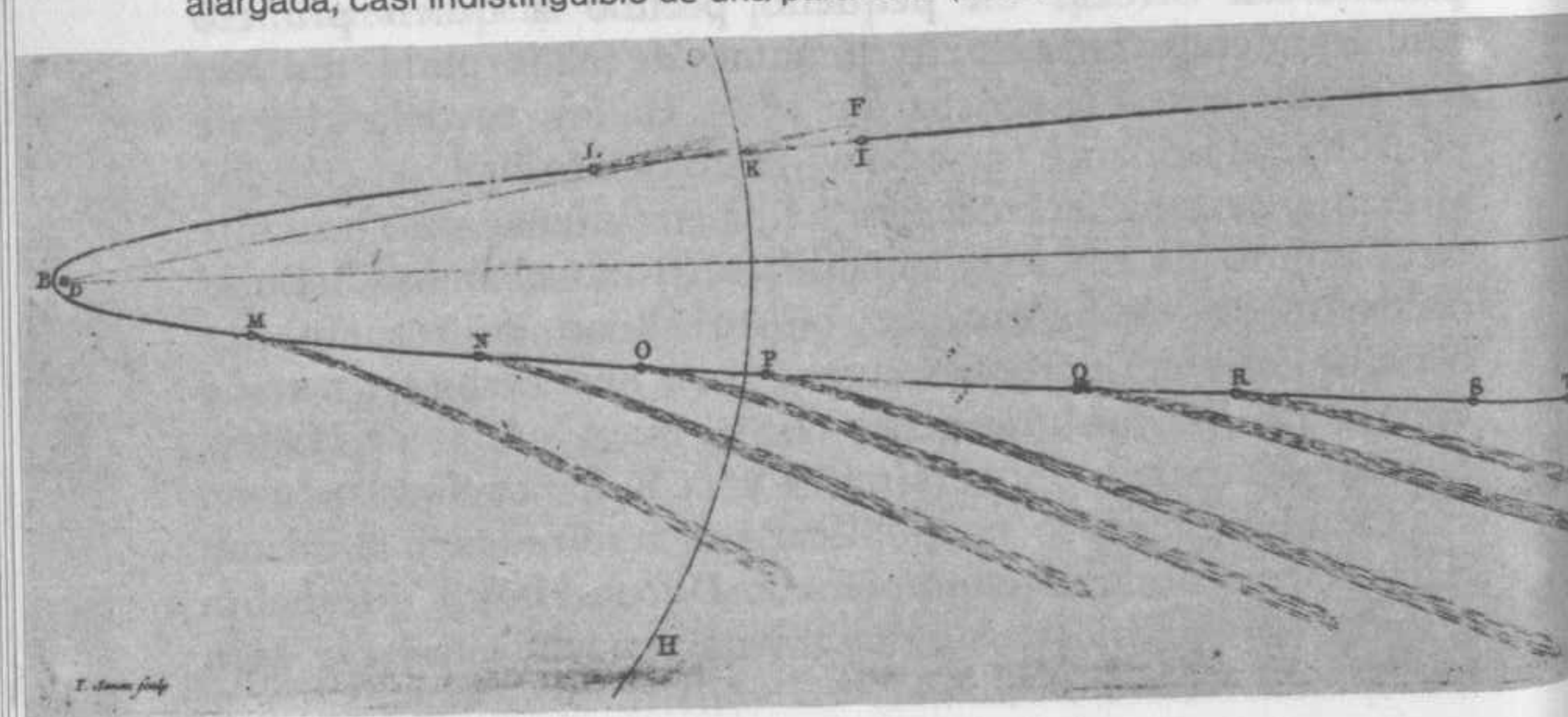
Desde su observatorio casero de Islington, en las cercanías de Londres, a las seis y media de la mañana del 22 de noviembre de 1682, cuando un recién casado hubiera debido estar en mejores ocupaciones, Halley observó el cometa que se convertiría en su *Doppelgänger*. Desde ese instante, los acontecimientos tomaron un curso tan implacable como el vuelo del cometa. Un año más tarde, en la *Royal Society* de Londres, Halley y Robert Hooke hablaron sobre una posible ley de la gravedad que gobernaría los movimientos de todos los objetos del sistema solar. Christopher Wren ofreció un pequeño premio a quien primero pudiera demostrarla, pero ninguno de ellos pudo resolver los problemas. En agosto de 1684 Halley tuvo la idea de consultar al brillante Isaac Newton de Cambridge.

Halley estaba acercándose a la treintena, era bastante alto, enjuto de rostro y amable con todo el mundo. En el predestinado encuentro, se mostró lleno de respeto por Newton, que era entonces cuarentón y necesitaba ser tratado con tacto. En contraposición con el buen humor de Halley, Newton era un hombre tímido y ceñudo, enclaustrado en sus estudios, moroso en publicar sus resultados y al mismo tiempo celoso de la competencia. Dijo a Halley que había resuelto el problema de la gravitación universal, si bien había extraviado los cálculos.

Esto era tan irritante como si Colón hubiera dicho que había descubierto nuevas tierras y olvidado el camino, pero Halley convenció a Newton para que ordenase sus ideas y explicase a todo el mundo los movimientos de la Luna, de los planetas y también de los cometas. Newton estaba interesado por un arte más lucrativo que la astronomía y tuvo que ser constantemente importunado para que completase el trabajo. Donde mejor se ponen de manifiesto los sentimientos de los dos hombres con respecto a este empeño es en el hecho de que Halley, que realmente no podía permitírselo, pagó la edición de los famosos *Principia* de Newton, en 1687, mientras que el autor, que no pasaba apuros económicos, no hizo ninguna aportación a los gastos.

Si la fiebre del cometa tuviera alguna clase de cura, la teoría de Newton la habría erradicado definitivamente. Como escribió Halley en su Oda dedicada a Newton en los

Intentos de dar coherencia a las trayectorias de los cometas: 3. Isaac Newton dedujo, correctamente, que el cometa de 1680 seguía una órbita alrededor del Sol «muy oblonga», aproximada a una parábola. Sin embargo, sospechó, también correctamente, que el típico cometa seguía una elipse muy alargada, casi indistinguible de una parábola. (RAS, foto de Derrick Witty.)



Isaac Newton en un medallón de Wedgwood de finales del siglo XVIII, en el que se representa así mismo el cometa Halley, cuya reaparición de 1758-59 se consideró una confirmación de la teoría de Newton. (Ann Ronan Picture Library.)

Principia (traducida del latín al inglés por Leon Richardson):

... Ahora que conocemos
las muy oblongas trayectorias de los cometas, en tiempos
fuente de temor, ya no nos acobardaremos
por la aparición de las estrellas barbudas.

Nótese el “muy oblongas” con que Halley dice adiós a las detestables líneas rectas de Kepler.

El cometa de 1680, que tantos problemas dio a Halley en París, se convirtió en el ejemplo prístino de la teoría de la gravedad. Newton lo había observado por su cuenta y, con el toque seguro del supergenio, comprendió que si el cometa que había visto perderse por encima del Sol a mediados de diciembre de 1680 era el mismo cometa que se había visto acercándose al Sol, avanzando con una dirección casi completamente opuesta, en noviembre, tenía que haber

cambiado su curso. La trayectoria correcta del cometa, según Newton explicó a Halley, era *aproximadamente* una parábola. Dibujó la tal trayectoria, pero dejó los cálculos aritméticos para el complaciente Edmond. Ninguno de los dos sabía que, en Sajonia, Georg Dörffel ya había llegado a esa misma respuesta para el cometa de 1680, sin beber de la misma fuente.

Para Newton, los cometas eran la excepción que demostraba la regla de la ley universal de la fuerza de la gravedad. Explicaba la órbita elíptica de los planetas, deducida por Kepler, como resultado de la actividad de la gravedad solar, que disminuye con la distancia. Pero todo objeto que atravesase el sistema solar debe quedar sometido a la misma gravedad y, según esta ley, sólo había cinco trayectorias posibles: una línea recta suicida hacia el Sol, el círculo, la elipse, la parábola y la hipérbola. Las dos últimas, al igual que la elipse, son “secciones cónicas”, formas que se obtienen cortando por distintos planos un cono. A diferencia de la elipse, no se muerden la cola sino que comienzan y acaban infinitamente lejos: la hipérbola sería el trayecto de un objeto que tuviese un encuentro con el sistema solar, atravesándolo y alejándose, para nunca volverse a ver. La parábola, por otra parte, es una elipse que se extiende hasta el infinito y Newton, aun cuando demostró que el cometa de 1680 correspondía a una parábola, en realidad creía que los cometas se desplazaban en elipses muy alargadas, difíciles de distinguir de las parábolas: “He perdido el juicio si no se trata de una especie de planeta, que gira en órbitas que se repiten según un movimiento continuo”.

En lugar de satisfacerse con esta respuesta general a su problema y dejarlo en paz, Halley siguió enredando a Newton en el estudio detallado de los cometas, y la segunda edición de los *Principia*, publicada en 1713, contiene un extraordinario número de páginas dedicadas al tema. Las páginas más aburridas catalogan todas las observaciones recogidas del cometa de 1680, tanto si proceden de Venecia como si

de las Indias Orientales o de “Maryland, en los confines de Virginia”, donde un tal Arthur Storer vio el cometa muy cerca de la estrella Spica a las cinco en punto de la mañana, junto a las orillas del Patuxent, ganándose así la mención en uno de los más grandes libros de la ciencia.

Mientras tanto, Newton se volvió loco como una cabra: en 1692 padecía depresión, paranoia, insomnio y amnesia, y le temblaban las manos. De lo cual se resintió la obra científica del pobre Newton, pero en semejante estado se le consideró apto para cargos públicos y habría de convertirse en tesorero mayor y diputado del Parlamento.

Newton tenía el entendimiento perturbado por cuestiones de más peso que los cometas: se dedicaba a la alquimia y tenía tal empeño en producir oro que solía dormir en su laboratorio. El mercurio (el metal líquido, no el planeta) que utilizaba en sus experimentos envenenó sin duda a Newton, junto con el plomo, el arsénico y el antimonio de que también se servía. Cuando los fabricantes de sombreros de castor trataban las pieles con mercurio padecían asimismo envenenamiento del sistema nervioso, de donde el Sombrero Loco de Lewis Carroll. Los alrededores de las habitaciones de Newton en el *Trinity College* debieron ser una especie de mini Minamata y no hay ninguna razón para culpar a la insistencia de Halley de la aflicción de su amigo.

Si el mismo buen cerebro de Halley estuvo nublado aquellos últimos años de orbitar alrededor de Newton, se debió al coñac. Adquirió el gusto por el coñac durante su breve carrera naval, en 1698-1701, en que también aprendió a blasfemar como un lobo de mar. Me parece oír al quejicoso Newton y al animoso Halley en una de sus conversaciones sobre cometas, balbuceando como Calibán y Estéfano en *La tempestad*, con Newton revolviendo sus planetas y sus metales y Halley ofreciéndose a pasar por debajo de la quilla de todas las condenadas órbitas visibles. Fuera como fuese (y es posible que no fuera así para quien sienta un

escrupuloso respeto por los fundadores de nuestra ciencia), su tratamiento conjunto de los cometas no llegó a ser perfecto.

La explicación de Newton de los cometas metió a Halley en el juego que lo ocupó, a ratos, durante muchos años: descubrir en los archivos históricos objetos que regresaran una y otra vez por el mismo tipo de trayecto, a intervalos largos pero iguales. Halley se chapuzó en la tarea y sus esfuerzos bien pudieran haberse hundido en un decente olvido. En una de las tentativas, anotada en los *Principia*, Halley identificó el cometa de 1680 con tres cometas anteriores vistos a intervalos de 575 años: en 44 a.C. (después de la muerte de Julio César), en 531 d.C., en 1106 y luego en 1689, cuya vuelta sería de esperar en 2255 d.C. A pesar del respaldo de Newton, la deducción era incorrecta según posteriores cálculos, y lo mismo puede decirse de la tentativa de Halley por vincular el cometa de 1661 con el visto en 1532, lo que suponía su repetición en 1790.

Los cronistas de la ciencia suelen pasar por alto los errores de sus héroes, ocultando de este modo el rostro humano de la ciencia y convirtiendo los descubrimientos en aparentemente automáticos y más fáciles de lo que en realidad fueron, lo que desanima a quienes no son genios. Determinar las trayectorias de los cometas que habían pasado mucho tiempo antes por su cercanía al Sol y por su orientación en el espacio, no fue un paseo. Al precio de un gran esfuerzo, Halley procesó de este modo dos docenas de cometas, buscando similitudes. Y junto con los mentados fracasos, uno de los cometas de Halley resultó correctamente valorado. En 1695 Halley estaba llegando al convencimiento de que el cometa que él personalmente presencié en Islington, en 1682, se correspondía muy bien con otros vistos en 1531 y en 1607.

Esos tres cometas se movían en sentido "equivocado" alrededor del Sol, en dirección contraria a la que giran todos los planetas. La orientación de las órbitas coincidía al detalle

y la discrepancia de los períodos entre las apariciones podía achacarse a las perturbaciones que ejercen los planetas, y especialmente Júpiter, sobre los cometas. Por tanto, los tres cometas eran el mismo, que se desplazaba siguiendo una órbita muy elíptica que lo llevaba a las vecindades de la Tierra y del Sol cada setenta y cinco o setenta y seis años. Para remachar el argumento, se había visto un cuarto cometa desplazándose en sentido equivocado en 1456, lo que hacía plausible la aparición del mismo objeto.

En 1705 Halley escribió: "De ahí que me aventure confiadamente a predecir su regreso, a saber, en 1758". De un solo golpe Halley deshizo el benigno efecto de las matemáticas de Newton, que debían haber reducido los cometas a su correcto papel de curiosidades de baja estofa. Quizás tuviese razón el truculento teniente del *Paramore* a quien Halley había montado un consejo de guerra, y éste no fuese la persona apropiada para mandar una chalupa, y no digamos un pingue de Su Majestad o la limpieza del sistema solar. De cualquier forma, nada mejor calculado para reavivarlo todo que la plausible predicción del regreso de un cometa brillante dentro de la vida de los lectores más jóvenes de Halley. Newton tampoco ayudó mucho: como veremos, interpretaba los cometas como consignaciones divinas de combustible y agua, enviados para mantener encendido el Sol y evitar que la Tierra se secara.

Halley y Newton se mantuvieron en buenas relaciones hasta poco antes de la muerte de Newton, en 1727. Newton era presidente de la *Royal Society* y Halley era por entonces astrónomo real. Se estaba negando a publicar sus observaciones de la Luna, sobre las que Newton opinaba con toda la razón que debían ser de dominio público. Fue una inversión de sus papeles en los *Principia* y la pelea fue muy agria, hasta el punto de que, según los amigos, acortó la vida de Newton. Pero Newton ya tenía ochenta y bastantes años y el propio Halley viviría hasta una edad igualmente avanzada. El astrónomo real murió en su sillón de Greenwich

¡QUE VIENE EL COMETA!

en 1742, inmediatamente después de tomar un último trago de alcohol.

En una postrera nota sobre el cometa, publicada después de la muerte de Halley, su máscara de bonachón cae por un instante para revelar de nuevo al joven y confuso visitante de París:

... si de acuerdo con lo que ya hemos dicho, ha de regresar de nuevo alrededor del año 1758, la honesta posteridad no se negará a reconocer que el primero que lo descubrió fue un inglés.

Su deseo se cumplió con una ironía. Con toda Europa aguardándolo impaciente, el cometa volvió a ser visto el día de Navidad de 1758 por un astrónomo aficionado, un campesino que vivía cerca de Dresde. A diferencia del gran matemático Arquímedes, que sería famoso entre la honesta posteridad por haber exclamado *Eureka* en un momento de concentración mental, Halley había trabajado durante muchos años con objeto de pasar a la Historia. Sus sucesores crearon su reputación como cometólogo y se equivocaron en todo lo demás, al dar la bienvenida al visitante con el nombre de Cometa de Halley.

Después de 1758, volvió en 1835 y en 1920 y, lo mismo que un yoyó, está en camino de volver para la década de 1980. El nombre se aplica retrospectivamente, de modo que el cometa de 1607, del que Kepler juró que se desplazaba en línea recta, era el Halley siguiendo sus habituales bromas elípticas y también era él en al menos veintidós apariciones previas, hasta el año 87 a.C. Los intervalos entre las apariciones varían entre setenta y cinco y setenta y nueve años, mientras que setenta y seis años es la media desde 1066.

La forma que tuviese Halley de pronunciar su nombre no es cosa poco controvertida y posiblemente tenga alguna importancia momentánea para los medios de difusión du-

rante la actual aparición del cometa. Hay tres posibilidades principales:

Ha'li [Jali], que rimaría con *alley* (calle, callejón), la evidente para todo el que esté habituado a las peculiaridades de la ortografía inglesa.

Hā'li [Jeili], que rimaría con *bailey* (patio de castillo), con frecuencia preferida por quienes han crecido con el grupo pop conocido como Bill Haley y The Comets.

Hö'li [Joli], que rima con *bawley* (alborotador), que ha sido favorecida por Colin Ronan, uno de los biógrafos de Halley, basándose en que el nombre del astrónomo a veces se escribía Hawley; pero también a veces se escribía Hayley y Hally.

Mis colaboradores telefonearon a los dieciséis Halley residentes en Londres para preguntarles cómo pronunciaban su nombre. Tres se negaron a contestar, pero todos los demás admitieron la forma *Ha'li* [Jali] que rima con *alley*, aunque uno de los consultados mencionó a un hermano suyo que se hacía llamar *Hā'li*, rimando con *bailey*. Con tan abrumador veredicto sobre la actual pronunciación del apellido, no tenía sentido prolongar la encuesta, sobre todo cuando una señora se sorprendió mucho por la pregunta y exclamó: "Lo sé todo al respecto y no deseo hacer comentarios".

Halley tuvo su cometa y Newton todo su universo. El regreso del cometa en 1758 llegó a considerarse una satisfactoria confirmación de la teoría newtoniana, en que se basaba la predicción. Pero la historia tiene su aguijón en la cola. Era una teoría deslumbrante, que abarcaba a los cometas y a todo lo demás, y los físicos y los astrónomos posteriores a Newton la creían intachable. Todos los cometas que se mueven, todos los nuevos planetas que dan vueltas, todas las observaciones de lejanos pares de estrellas que orbitan la una alrededor de la otra, les procuraban

una complacencia que Newton nunca compartió. "Lo que te digo tres veces es cierto", dijo el campanero. Y allí donde los creyentes en las esferas medievales se habían quedado ciegos, los newtonianos vieron cosas que nunca han existido.

En 1860, Urbain Jean Joseph Le Verrier, el inteligente y detestado director del Observatorio de París, arregló las cosas para que se concediera la condecoración de la Legión de Honor al médico de la ciudad que había descubierto el planeta Vulcano. Resultó fácil convencerlo del descubrimiento del doctor porque él mismo había deducido la existencia de un nuevo planeta que explicase las discrepancias de los movimientos de Mercurio, el planeta conocido más próximo al Sol; como había sido uno de los pronosticadores de Neptuno, Le Verrier confiaba por completo en repetir la hazaña.

Durante las dos décadas siguientes, los astrónomos alemanes y americanos informaron de haber visto el nuevo planeta que orbitaba muy cerca del Sol, pero los informes se contradecían unos a otros en cuanto a la situación. Vulcano era tan inexistente como la luna de Venus de que había informado Giovanni Cassini, predecesor de Le Verrier en el Observatorio de París, en 1672, y que consiguientemente vieron después otros astrónomos. La explicación de las peculiaridades de los movimientos de Mercurio no se desentrañaron hasta el siglo XX, y resultó otra horrible visión para los seguidores de Newton. Las estrellas fotografiadas en el momento del eclipse solar de 1919 modificaron su posición aparente en el firmamento: los rayos luminosos se curvaban por efecto de la gravedad al pasar junto al Sol.

Newton no había visualizado ninguno de estos efectos e, incluso si lo hubiera hecho, las desviaciones de la luz, dentro del entramado de su teoría de la gravedad, hubieran sido sustancialmente inferiores a las que se estaban viendo. Las desviaciones concordaban bastante bien con las predicciones hechas en 1915 por Albert Einstein utilizando la Relatividad General. En resumen, las fotografías del eclipse demostraron que la teoría de Newton estaba equivocada. El error que todo el



La astronomía como arte: el cometa de 1664 según la representación del *Theatri Cosmicum* (1668). (Ann Ronan Picture Library.)

mundo había pasado por alto durante doscientos años consistía en la presunción implícita de que la luz se desplazaba a una velocidad infinita.

Otra víctima de la revolución de Einstein fue la geometría de Euclides y, una vez más, no debe acusarse a su autor de que el mundo haya sido embaucado en este caso durante dos mil años. En el ejemplo de más claro doble sentido de la historia de la ciencia, la palabra de Euclides "axioma", que significa simplemente hipótesis de trabajo, había llegado a significar lo contrario: una verdad evidente. Aunque la investigación básica tiene por objeto impedir que los maestros de escuela digan tantas mentiras, a veces resulta milagroso que la imaginación humana pueda seguir funcionando. Las descripciones de la naturaleza se van haciendo cada vez más fidedignas, pero sus resultados tardan en materializarse en las aulas.

Setenta y tantos años después de que las teorías de Newton

hayan sido sustituidas, los inocentes niños siguen aprendiéndolas de memoria como si fuesen ciertas, y si alguno de esos mozalbetes desea llegar a ser físico tendrá que desaprenderlas. Es justo reconocer que los movimientos del cometa *Halley*, que ahora navega por el espacio curvo de Einstein, son indistinguibles de los que supuestamente realizaba según la fuerza de la gravedad de Newton, pero eso tiene tan poco que ver con la cuestión como decir que los navegantes siguen considerando útil actuar como si la Tierra estuviese inmóvil y las estrellas girasen a su alrededor en el firmamento. Dar a entender que el sistema de Newton sobre el universo sólo estaba un poquito equivocado es como consolar a un cadáver diciéndole que sólo está un poquito muerto. Y todo el que se muestra hipercrítico con los errores del pasado, y no así con su propio pensamiento, merece que se le venga encima cualquier cosa en forma de una nueva y horrible visión, ¡y no me refiero ahora al cometa Halley!

CAPITULO III

La nube de fábula

Poner apodos a los objetos del universo es odioso. Sólo el mutuo rencor entre franceses e ingleses nos ha ahorrado tener que referirnos al gigantesco planeta que hay más allá de Saturno con el nombre de Jorge en lugar de Urano (en honor al rey Jorge III, prometedora fuente de fondos para la investigación) o bien a su gemelo Neptuno como Le Verrier. Una estrella cercana se llama Barnard y muchas estrellas poco aparentes tienen nombres y números en sus catálogos: Wolf 359 es otro vecino del espacio.

Los cráteres de la Luna y de Marte llevan el membrete de los científicos. Todo el que desee ver el monto de la fama de un individuo en las clasificaciones de la Liga de la Historia puede cuidarse de medir el diámetro de los cráteres que se les han asignado bajo los auspicios de la Asociación Astronómica Internacional. La visibilidad depende de otros factores, además, y el cráter lunar llamado Tycho (84 km de diámetro) es el más aparente desde la Tierra. Sin embargo, la sensación de que hay un orden de dimensiones es tajante: el Einstein tiene 160 kilómetros de diámetro, el Newton 113 y el Halley 35. En el planeta Mercurio, los nombres de los cráteres demuestran que los astrónomos y los científicos espaciales son gente cultivada y han inscrito, por ejemplo, los nombres de Mozart (225), Matisse (210) y Mark Twain (140), mientras que el cráter mayor con

mucha diferencia corresponde a Beethoven (625 km de diámetro), seguido por los de Tolstoi, Rafael, Goethe y Homero, en este orden.

Esta dudosa nomenclatura es más majadera en el caso de los cometas, dado que Edmundo Halley enseñó a los hombres de menor valía el camino hacia la fama instantánea. Como consecuencia, hay cometas que han conseguido nombres que son verdaderos trabalenguas, como el *De Kock-Paraskevopoulos* y el *Schwassmann-Wachmann 3*. Aunque los ancianos de Villacometas limitan prudentemente el número de nombres por objeto a tres, el apelativo puede hacerse tan largo como la cola del cometa: por ejemplo, *Bakharev-Macfarlane-Krienke*. Estos visitantes cósmicos suelen ser tan fáciles de olvidar como sus nombres, pero deploro decir que el *Schwassmann-Wachmann* nunca me lo quito de encima.

Hay dos maneras de pincharle el nombre de uno a un cometa. Para Halley y otros cuantos se trataba de estudiar las órbitas en distintas apariciones de cometas y deducir a partir de ahí que el responsable de todas ellas era un mismo objeto. En el otro caso se trata de una simple carrera por ser el primero en localizar un nuevo cometa; la consecuencia es que muchos cometas que pasarían inadvertidos desde la Tierra son descubiertos por los entusiastas con ayuda de telescopios. Todos pueden participar en este juego, siempre que estén dispuestos a dejar el lecho las noches sin Luna. Y también ellas: Caroline Herschel, Ludmila Pajdušáková, Liisi Oterma y Eleanor Helin sobresalen entre las descubridoras de cometas. De manera que tampoco podemos clasificar la caza de cometas, con las guerras y los sermones, como una mera aberración de las hormonas sexuales masculinas.

El cometa Ikeya, de 1963, acarreó la tan deseada fama a Kaoru Ikeya, de diecinueve años. (Alan McLure, Frazier Mountain.)





Cometa descubierto en 1893 por William Brooks y fotografiado por Edward Barnard. (Lick Observatory.)

Ni puede nadie negar la responsabilidad personal de Halley respecto a esta forma de insomnio que es la fiebre del cometa. El primer fanático fue Charles Messier, un oficinista del Observatorio de París, que estuvo aguardando ojo avizor el previsto regreso del *Halley* en 1758-59 y que habría de hacerse mundialmente famoso por sus descubrimientos de nuevos cometas. Los principales competidores de Messier a finales del siglo XVIII fueron Pierre Méchain en Francia y Caroline Herschel en Inglaterra. Los cometas rechinaban en los archivos como los aristócratas en el camino del patíbulo. A los treinta y nueve años, Jean-Louis Pons, portero del Observatorio de Marsella, localizó su primer cometa en 1801; en 1813 lleva descubierta una docena y el Observatorio lo ascendió de portero a ayudante de astrónomo, pero el ingrato Pons se marchó para convertirse en astrónomo real en Lucca. Descubrió treinta cometas, y otros muchos

más según las relajadas normas de atribución de su época.

Un generoso cometa acrecentó de manera maravillosa la productividad de los cazadores. Méchain lo descubrió en 1786, Herschel en 1795 y Pons dos veces, en 1805 y en 1818. Un joven astrónomo alemán, Johann Encke de nombre, tocó el silbato que puso fin a este acceso libre prediciendo que reaparecería en 1822, como así ocurrió. Era un cometa con una órbita muy pequeña que le hacía regresar cada 3,3 años. Se suprimieron todos los demás nombres y se le bautizó con el de cometa *Encke*. Es una cosa débil y de cola gordezuela, pero en la actualidad el *Encke* ocupa el segundo lugar en la clasificación de los enamorados de los cometas, sólo precedido por el *Halley*, y un capítulo posterior dará cuenta de cómo el *Encke* se convirtió en una abigarrada bola de nieve.

En el siglo XIX la mayoría de los astrónomos profesionales disponía de cuestiones más importantes que estudiar en el firmamento: nuevos planetas, los ciclos de las manchas solares, las estrellas variables y dobles, la química y la velocidad de las estrellas que revelaba el espectroscopio y la estructura de nuestra galaxia, que por primera vez elucidó William Herschel, el hermano de Carolina. Pero para los príncipes y para el público en general, los cometas eran lo único que contaba y, en 1881, un magnate de los Estados Unidos ofreció un premio en metálico de 200 dólares para cualquier cometa descubierto desde América del Norte.

Los *cowboys*, los jóvenes y saludables norteamericanos que veían un atajo hacia la fama y la fortuna, se dedicaron a los cometas. William Brooks, un dibujante recién emigrado, consiguió unos resultados especialmente buenos, mientras que Edward Emerson Barnard, un fotógrafo comercial, pagó en seguida la hipoteca de su chalet con "varios cometas de buen tamaño" y se convirtió en un celebrado astrónomo profesional, con una estrella que llevaba su nombre, además. Barnard también fue el primero que descubrió un cometa

mediante una fotografía del firmamento tomada a través del telescopio y, desde ese momento, otros profesionales comenzaron a sorprender cometas en placas expuestas con otros fines.

Durante un tiempo dio la sensación de que la caza de cometas iba a perder su aire de leyenda, conforme la astronomía del siglo XX avanzaba en sus descubrimientos históricos del universo en expansión y de las galaxias en explosión. Para la mayor parte de los profesionales, la trivialidad de los cometas individualmente considerados era obvia. Pero eso permitió que los astrónomos aficionados y un puñado de profesionales siguieran disfrutando de una especial relación con el público apegado a los cometas que, sin enterarse de que los cometas habían sido rebajados de categoría, los contemplaba con un espanto que continuaba siendo, al menos en parte, supersticioso. La caza de cometas siguió siendo una buena vía hacia el prestigio, como demostró un muchacho japonés en 1963.

Kaoru Ikeya era hijo de un hombre de negocios fracasado y carecía de estudios especiales; el padre había caído en la bebida, dejando que la madre trabajara de camarera en un hotel. El joven Ikeya se sentía avergonzado, lo que es una terrible aflicción en Japón, y Peter Lancaster, el Homero de los cazadores de cometas, describe así sus enfebrecidos pensamientos:

Necesitaba la fama, pero ¿cómo iba a confiar en conseguirla siendo tan joven? Era imposible. Pero no absolutamente imposible. Si pudiera poner su deshonorado nombre a un nuevo cometa, su gloria y, sinónimamente, la gloria de su familia recorrerían todo el Japón.

Ikeya puso manos a la obra para hacer un telescopio y llevó a cabo sus planes como en un cuento de hadas: descubrió su cometa y pronto se encontró rodeado por el personal de televisión. Prosiguió localizando otros, entre ellos el notable *Ikeya-Seki* de 1965.

No conozco a Ikeya, pero en una ocasión visité a su compañero de descubrimientos, Tsutomu Seki, en la pequeña ciudad de Kechi. Este encantador profesor de guitarra clásica me contó que había ahorrado durante diez años para comprar sus prismáticos especiales con que rastrear el cielo; montado junto a ellos, en el terrado, Seki tiene también un telescopio casero, cuyo espejo, que sirve para fotografiar los cometas en movimiento de una noche a otra y así deducir su órbita, lo pulió un amigo. Admiré las zapatillas bellamente bordadas y calentadas por electricidad que mantienen tibios los pies de Seki durante las noches. Pero me pareció extraño que los nombres de esos cometas samurai resonaran por todo el sistema solar mientras que los actuales descubridores de entidades mucho mayores se quedan en Newtones mudos y sin gloria: Schmidt, que vio el terrible poder de los cuásars; Penzias y Wilson, que descubrieron que el espacio vacío seguía estando caliente después del *Big Bang**; Hewish y Bell, que descubrieron las estrellas pulsantes; etcétera. Pero algunos de éstos ganaron después el premio Nobel, alcanzando fama y fortuna por una vía más difícil.

Durante la década de 1970, William Bradfield rompió en Australia un casi monopolio japonés al hallar diez cometas, mientras que China volvió a la caza de cometas, luego de un lapso de varios siglos, con una traca de sucesivos descubrimientos. Fieles al maoísmo, los profesionales chinos rehusaron ponerles nombres de individuos; de manera que sus objetos se llaman Montaña Púrpura o *Tsuchinshan*, por el observatorio de Nanking. Y mientras que algunos aficionados, como el administrador de correos de Cophthorne (Inglaterra), se contentan con calcular las órbitas de los cometas conocidos y disfrutan durante semanas con la inocente numerología en compañía de una calculadora de oficina, otros muchos siguen escudriñando el firmamento

* El "Gran Pum", como lo traduce Jorge Hernández Campos, según comenta Octavio Paz. (N. del E.).



Tsutomu Seki y su observatorio instalado en el tejado de su vivienda, fotografiados en 1968, cuando ya el cometa Ikeya-Seki de 1965 le había hecho famoso a él también. (Philip Daly.)



William Bradfield, científico australiano y astrónomo aficionado, descubrió una notable serie de cometas en la década de los años setenta. (Australian Information Service.)

con la esperanza de inscribir su nombre allá en lo alto. Siguen otorgándose premios en metálico en América del Norte y en Japón.

¿Quiere usted participar en esta lotería cósmica? Apunte un telescopio en la dirección apropiada y en el momento apropiado y tal vez vea un cometa antes que nadie. Los pequeños telescopios, del tipo que el aficionado puede hacer o comprar, barren el cielo por regla general mejor que los gigantescos instrumentos de los grandes observatorios. También necesitará un buen atlas estelar que le enseñe qué objetos con flecos no son cometas; pero tenga cuidado con los planetas errantes, que a veces se interpretan

como cometas, si es que no como platillos volantes. Luego necesita cielos oscuros, tiempo despejado, familia tolerante y la paciencia de pasarse quizás cientos de horas hasta encontrar un cometa. Con el recuerdo fotográfico del aspecto del cielo cuando no hay cometas, cada vez necesitará menos consultar el atlas. Los cometas pueden aparecer en cualquier parte del cielo, pero cuando más probabilidades hay de descubrirlos es en las horas del amanecer y de la puesta del Sol.

Una vez que haya descubierto su cometa, debe enviar un telegrama sin demora. La dirección TWX 710-320-6842 ASTROGRAM CAM encubre la verdadera localización de Villacometas, que es adonde dirigirá su inmediata carta:

¡QUE VIENE EL COMETA!

Central Bureau for Astronomical Telegrams
 Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
 60 Garden Street
 Cambridge, Massachusetts 02138
 USA

Brian Marsden es el servicial inglés que dirige la oficina en nombre de la Asociación Astronómica Internacional. Como camarero de los cometas, deseará saber la hora y el lugar de su observación, la posición, el brillo y el aspecto del cometa, así como la velocidad a que se mueve en relación con las estrellas. Si todo esto le parece que encarecerá mucho el telegrama, existe un código disponible.

Antes de convocar una conferencia de prensa, debe saber que la probabilidad de que se haya equivocado es de diez a uno. Tal vez no esté viendo el cometa *Lector*, sino una conocida nebulosa o una imagen fantasmal de su telescopio; o bien puede haber acertado y enterarse, para su pesar, de que ese cometa ya se llama *Otro-Other-Autre*. La oficina de astrogramas se ocupa de otros avistamientos, además de los avistamientos de cometas: de los asteroides que pasan por las cercanías de la Tierra, por ejemplo, y de las estrellas "nuevas" efervescentes con que los localizadores aficionados hacen importantes aportaciones a la astronomía estelar. Pero la oficina se inunda sobre todo de noticias sobre nuevos cometas, en su mayor parte falsas.

Los especialistas profesionales en cometas saben lo que se hacen al actuar de árbitros en esta inacabable competición universal. La mayoría de los organismos que financian la alta astronomía pondría mala cara de tener que asignar astrónomos pagados y el tiempo de los valiosos telescopios a una tarea tan frívola como la búsqueda de cometas. Se perdonaría un descubrimiento accidental de vez en cuando, pero no el perder el tiempo en prosecuciones azarosas. Por otra parte, los amantes de los cometas que son profesionales se sienten felices de animar a los cazadores aficionados a que presten sus servicios sin otro coste que la li-

mosna de la gloria. En ocasiones, los buscadores localizan algún gran cometa que se acerca y que tal vez merezca una ojeada de los grandes observatorios y de los artilugios espaciales. Lo más frecuente es que los cometas no se conviertan sino en estadísticas que ayudan a los profesionales a estudiar la vida social de los cometas.

El producto de las noches en vela viene a suponer, con gran regularidad, que todos los años se ven desde la Tierra una docena de cometas o más. De éstos, alrededor de la mitad llegan más o menos de la forma prevista y siguiendo órbitas conocidas, por regla general de período bastante corto, y la otra mitad nunca se ha visto antes. Hacia finales de 1980, la contabilidad total de cometas bien documentados en el catálogo de Brian Marsden sumaba 666, casi todos ellos cosechados a partir de la época de Messier. Cometas verdaderamente brillantes que asusten a la gente hasta sacarla de quicio sólo llegan unas pocas veces por siglo.

Toda la moderna teoría hilvanada sobre los orígenes, los ciclos vitales y el destino de los cometas comienza y termina en las estadísticas de los cometas conocidos. Hay muchas formas de clasificarlos, según lo que uno pretenda demostrar. Aquí voy a seguir un sistema recientemente patrocinado por Armand Delsemme, de Toledo (Ohio), aunque yo invertiré su lista, agregaré una categoría y pondré mis propios rótulos a las clases.

Clase *Kohoutek*: más o menos un centenar de cometas que llegan desde distancias tan inmensas que incluso la luz necesitaría más de seis meses para recorrerla: a medio año luz de distancia o bien entre 35 y 60 mil veces la distancia de la Tierra al Sol. Se caracterizan por sus grandes velocidades en las cercanías del Sol.

Clase *West*: se conocen unos 450 cometas que llegan según órbitas que tardan hasta dos millones de años en recorrer. El propio *West*, visto en 1975-76, pudo demostrarse posteriormente que sigue una órbita de 16.000 años.

Clase *Halley*: dieciséis cometas regresan al Sol en períodos



El cometa Pons-Winnecke (en el centro de la imagen) es el caso opuesto del West: se trata de un cometa agonizante capturado en una órbita estrecha que le hace girar alrededor del Sol en ciclos de seis años. Si los cometas de esta clase no son expelidos por el «fútbol» planetario, terminarán perdiendo por completo su brillo y convirtiéndose quizás en objetos del tipo apolo. Las rayas en la imagen son estrellas, por haber seguido el telescopio durante un cuarto de hora el movimiento del cometa en relación con las estrellas. (G. Van Biesbroek, Yerkes Observatory 1927.)

◀ El cometa West de 1975-76 fue representativo de la clase de cometas que llegan al Sol desde una enorme distancia, aunque no desde tan lejos como la nube de Oort, que es donde se originan los nuevos cometas. Se aproximaba siguiendo una órbita de 16.000 años, pero una serie de perturbaciones le han hecho salir virtualmente del sistema solar (Lick Observatory). (Science Photo Library, Londres.)

¿QUE VIENE EL COMETA!

inferiores a doscientos años pero superiores a veinte. Ninguno de éstos va mucho más allá de Neptuno, la principal avanzada del sistema solar. El *Halley* es el más brillante.

Clase *Pons-Winnecke*: alrededor de un centenar de cometas siguen pequeñas órbitas que los hacen regresar a intervalos de entre cinco y veinte años. El propio *Pons-Winnecke* tarda un poco más de seis años en dar una vuelta alrededor del Sol y a su regreso de 1983 será la décimonovena vez que se señale su visita. Pero esta clase de cometas sufre grandes pérdidas como consecuencia de los encuentros con planetas que alteran sus órbitas.

Clase *Encke*: al ser el único cometa de su clase, el *Encke* sigue una órbita relativamente "segura" entre los planetas interiores que, como ya hemos mencionado, dura 3,3 años. Sus visitas al Sol de 1980 y 1984 son la quincuagésimosegunda y quincuagésimotercera documentadas.

Casi todos los cometas de la primera categoría, la *Kohoutek*, se consideran cometas nuevos o "vírgenes" que se acercan al Sol por primera vez. Pongo "nuevos" entre comillas porque, por regla general, se supone que los cometas existen desde millones de años antes de que los veamos. Las últimas categorías, la *Pons-Winnecke* y el *Encke*, son "viejos" cometas en decadencia. Una explicación plausible articula todas estas clases de cometas y de datos estadísticos en un único esquema. Pero el lector se quedaría con una concepción demasiado poco turbia del origen de los cometas si antes no mencionáramos algunas de las teorías sobre el particular.

Curiosamente forjadas a partir de la antigua idea de que los cometas eran exhalaciones de la propia atmósfera terrestre, ha habido entre algunos astrónomos una ininterrumpida cadena de creencias de que los cometas son desprendimientos de los planetas. Johann Hevelius, por ejemplo, argumentaba en 1668 que los planetas estaban hechos de éter perfecto, pero que debían girar para ser duraderos, pues en caso contrario los dañaría el calor del Sol. Las exhalaciones

imperfectas de los planetas, sobre todo de Júpiter y Saturno, se precipitarían, como lanzadas por una honda, por todo el sistema solar.

En el mismo siglo XIX, los planetas no se consideraban tan perfectos y se culpaba a los volcanes de Júpiter y Saturno de lanzar los cometas. Cuando los críticos se quejaron de las enormes velocidades que necesitarían los cometas nacientes para escapar a la gravedad de tan gigantescos progenitores, se ofrecieron como fuentes sustitutivas las lunas de Júpiter y Saturno. El último abogado del origen planetario de los cometas, ya en el siglo XX, es el astrónomo soviético S.K. Vsekhsyatsky. En 1979, una nave espacial norteamericana visitó Io, una luna de Júpiter, y envió fotografías de las erupciones volcánicas, pero no había rastro de que surgiera ningún cometa.

Otra versión de los orígenes planetarios fue pormenorizada en 1978 por Thomas Van Flandern, de Washington, quien dijo que los cometas procedían de un planeta bastante grande que en el pasado orbitaba entre Marte y Júpiter y estalló hace sólo cinco millones de años. La mayor parte de su material abandonó por completo el sistema solar, pero pequeños fragmentos del núcleo permanecieron en su sitio, en el gran cinturón de asteroides que hay entre Marte y Júpiter. Los cometas actuales son trozos que se alejaron a gran distancia y que ahora regresan. En esta historia, los cometas nos perturban únicamente debido a que hemos elegido un mal momento para vivir, aunque no un momento tan malo como hace cinco millones de años, cuando se supone que la Tierra fue bombardeada por rocas y agua procedentes del planeta en explosión y abundaron los cometas durante miles de años. Si hubiera razones de peso para dar crédito a la teoría de Van Flandern, deberíamos felicitarnos de haber escapado por los pelos.

El espacio interestelar es la fuente de los cometas, según otra teoría, que denominaré la aspiradora espacial. En Francia, a comienzos del siglo XIX, mientras Joseph-Louis de

Lagrange era el campeón de los orígenes planetarios, su rival Pierre-Simon de Laplace abogaba por que los cometas eran capturados de las nubes que existen entre las estrellas. En Inglaterra, en la década de 1950, Raymond Lyttleton vio cómo el Sol concentraba con su gravedad el polvo interestelar. En la última versión, surgida en Escocia en 1979, William Napier y Victor Clube describen el Sol yendo, cada treinta o cincuenta millones de años, por uno de los brazos espirales de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Allí encuentra nubes de polvo, que almacena el sistema solar en forma de cometas frescos y acabados y otras pequeñas piezas menos luminosas de material cósmico. El último episodio del aventamiento de las nubes finalizó no hace más de diez millones de años, según afirman estos autores, y las actuales provisiones de cometas están disminuyendo rápidamente.

Los datos estadísticos sobre los cometas, el fruto de todos esos observadores nocturnos, entra ahora en la discusión. Si el sistema solar recluta episódicamente "nuevos" cometas, cabría esperar que la dirección desde donde llegan mostrase cierta tendencia relacionada con los movimientos del Sol en el espacio. Napier y Clube desafían la creencia general de que los "nuevos" cometas llegan al azar desde todas las direcciones del espacio y dicen que tienen una tendencia significativa; alegan las perturbaciones causadas por otras estrellas para justificar que la tendencia no sea más pronunciada. Toda la fuerza de esta idea radica en la razonable suposición de que es posible que entre en el sistema solar material "nuevo" procedente del espacio interestelar, si no de las nubes de polvo, de las familias de cometas pertenecientes a otras estrellas. La aspiradora espacial padece, empero, una debilidad abrumadora: no está de moda.

Si los "nuevos" cometas parecen proceder de puntos de partida situados a medio año luz, es que allí deben haber residido desde el nacimiento del sistema solar. Esta es la idea central sobre los orígenes de los cometas, es decir, la teoría no descartada en Villacometas. Todas las demás

categorías de cometas son, según este planteamiento, peregrinos de las provincias más frías del sistema solar que han perdido los billetes de regreso y están atrapados en órbitas menores alrededor del Sol, en espera de perecer por el calor o bien de ser expulsados al espacio interestelar y exilados del Sol para siempre. Pero la teoría requiere la existencia de una gran población de cometas no vistos que abastezca el peregrinaje, respaldando así la opinión de Johann Kepler para quien "hay tantos cometas en el firmamento como peces en el mar".

La devoción de los cometas a la fe gravitatoria que une el sistema solar queda patente en esto: sus primeros viajes desde la oscuridad exterior hasta el altar del Sol les llevan en realidad mucho tiempo para una simple visita fugaz. Cuando los sacerdotes de esta fe, los mecánicos celestiales que hay en la Tierra, interrogan a los nuevos cometas que llegan en la actual era espacial, éstos admiten que han viajado durante varios millones de años. Tomaron la salida antes de que comenzaran en la Tierra las recientes glaciaciones, cuando nuestros antepasados retozaban en las sabanas de Africa, un par de especies antes del *Homo sapiens*. Y sólo por esta razón, la larga duración del viaje, comienzan los cometas a proliferar de forma ofensiva.

Todos los años aparecen dentro del sistema solar uno o dos "nuevos" cometas y puede haber otros varios que no se detectan. Si este suministro no está cercano a agotarse, se debe suponer que ya hay en camino millones de cometas que vienen del frío. El objeto que va a ser un espectáculo dentro de un millón de años a contar desde hoy ya ha iniciado su peregrinaje y esto implica la existencia de un hormiguero de cometas que convergen en el Sol desde todas direcciones. Pero inician el viaje con una extraordinaria lentitud, a sólo pocos metros por segundo, no más de prisa que un camello, porque la gravedad del Sol es muy débil a medio año luz de distancia y los cometas irán ganando velocidad durante su larga caída. Muchos de los cometas

¡QUE VIENE EL COMETA!

que esperamos están todavía arracimados en sus puntos de partida, en la nube en forma de concha situada entre uno y medio año luz. Y, en el supuesto de que sólo una minoría de cometas alcancen a visitar el Sol, este razonamiento multiplica aún más su número.

Ernst Öpik es un músico y astrónomo estoniano que recientemente ha dirigido el Observatorio de Armagh, en Irlanda del Norte. Durante la mayor parte de su larga vida, ha adoptado el papel de clasificador de basura cósmica, ocupándose personalmente del material errante del sistema solar. En 1932 calculó que una invisible nube de cometas y meteoros, situada alrededor del Sol a una enorme distancia, podría sobrevivir durante todo el tiempo que durase el sistema solar. En 1950, el decano de los astrónomos holandeses, Jan Oort, de Leiden, que es conocido sobre todo por su obra clásica sobre la naturaleza de las galaxias, reelaboró las ideas de Öpik. Subrayó un aspecto distinto, a saber, que las estrellas podrían dar lugar, al pasar, a que algunos objetos cayeran de la nube y entraran en el corazón del sistema solar, haciéndose visibles bajo la forma de "nuevos" cometas.

Así se concibió la fabulosa nube de Öpik-Oort, como fuente de los cometas. Abreviaré el nombre dejándolo en nube de Öoo y defenderé la acuñación en nombre del aspecto y del sonido: Se parece a una colección desaliñada de objetos aproximadamente redondos y de diversos tamaños y se pronuncia 'Er, ioh!', exactamente lo mismo que podría exclamar un amante de los cometas neófito la primera vez que oye decir que allí hay muchos millones de cosas.

La nube de Öoo es de fábula en ambos sentidos de la palabra: asombrosa, por una parte, y totalmente hipotética, por otra. Como se apresuran a señalar los críticos, es por definición invisible, cual nube de mosquitos a millones de kilómetros de distancia y no hay ninguna posibilidad de observarla directamente, quizás hasta que la primera astronave salga del sistema solar y la atraviere en su camino.

Pero si los científicos tuvieran que atenerse a lo que ven, no tendrían nada que decir sobre el interior del Sol ni sobre la vida familiar de los dinosaurios, y tampoco tendríamos ninguna clase de electrodomésticos, puesto que los electrones son absolutamente invisibles. De manera que describiré la nube de Öoo bajo el supuesto de que es real. Los numerosos cometas trazan lentas órbitas alrededor del Sol, sin acercarse más que los planetas más lejanos, pasan las fases más largas, con mucho, de su existencia a distancias mucho mayores, en la nube. Entonces entra en juego el paso de una estrella.

El propio Edmond Halley fue el primero en descubrir hace 250 años que las estrellas tan aparentemente invariables para el observador ocasional, en realidad, van zumbando a gran velocidad en relación con el Sol. Para quienes tengan una predisposición nerviosa a sospechar, con toda razón, que la colisión con una estrella sería aún más desagradable que la colisión con un cometa, permítaseme decir que el firmamento es muy grande: durante sus diez mil millones de años de vida, lo más cerca que ha tenido el sistema solar una estrella ha sido a una distancia quinientas veces superior a la distancia entre la Tierra y el Sol. Pero la nube de Öoo está cien veces más lejos todavía, y sólo una vez cada millón de años carga una estrella contra algún segmento de esa nube como un toro furioso que atravesara una fiesta al aire libre, espantando a la concurrencia.

Afectados por la gravedad de una estrella, muchos millones de cometas emprenden el vuelo, abandonando para siempre el sistema solar. Otros cambian drásticamente de órbita, aun siguiendo en la nube. Y diez millones de cometas, según conviene a nuestro argumento, quedan detenidos en su camino como quienes ven los toros y se paralizan de miedo. Y si sólo era su lento movimiento orbital lo que los mantenía a esa distancia del Sol, estos cometas parados no podrían hacer otra cosa que comenzar su larga, larguísima caída. Pero no se arracimarán: a lo largo de los varios

¿QUE VIENE EL COMETA!

millones de años que se precisan para completar la caída habrá cierto número de encuentros con estrellas y cualquier pequeña velocidad residual (hacia arriba, hacia abajo o lateral) que posea el cometa al inicio supondrá una gran diferencia en cuanto al tiempo y la dirección con que llega al Sol.

La actividad de la estrella que atraviesa la nube de Öö puede considerarse un caso especial de fútbol gravitatorio, en que los cometas son chutados contra el firmamento. Los que caen en el centro del sistema solar se convierten en juguetes de los planetas, que los hacen pasar de una órbita a otra. Para entender las reglas de este juego, obsérvese en primer lugar la simple imagen del cometa capuzando hacia el Sol, volteando a su alrededor y ascendiendo conforme se va alejando, más o menos por el mismo lado del Sol en que hizo su aparición. Entórnense los ojos y se podría decir que, sencillamente, habría rebotado contra la gravedad del Sol. A continuación, siempre imaginádoselo, lance suavemente un balón contra el frente de un automóvil en marcha y observe que saldrá lanzado hacia delante al doble de la velocidad del vehículo; hágalo rebotar contra la trasera del automóvil y la pelota quedará casi parada. Los físicos que especulan sobre los viajes interestelares prevén que las naves espaciales del futuro ganarán una inmensa velocidad sin gasto ni esfuerzo rebotando en alguna estrella que se mueva muy de prisa, o bien, dicho con mayor exactitud, volteando la nave alrededor de la estrella, igual que hacen los cometas alrededor del Sol. Los cometas que se desprenden de la nube han sido levemente desacelerados por los lejanos efectos del paso de las estrellas.

También los planetas son esferas con fuerte gravedad, desde el punto de vista de los cometas y de las naves espaciales que pasan por sus cercanías, y algunas de las operaciones más limpias con sondas espaciales lejanas ya han utilizado el movimiento de los planetas para reorientar el movimiento de los vehículos espaciales, haciéndolos cambiar a otra órbita

nueva y más acelerada. Del mismo modo, el encuentro con la gravedad de un planeta puede alterar en gran medida la velocidad y la dirección de un cometa, alterando la órbita con que gira alrededor del Sol. Muchas veces atraviesa el camino de un planeta casi perpendicularmente: si el cometa pasa por delante del planeta perderá parte de la fuerza motriz, si lo hace por detrás ganará impulso, lo que es mejor. Muchas veces los planetas patean a los cometas y los expulsan del sistema solar, que es la forma de quitárselos de encima.

Si bien el planeta mayor y principal defensor, Júpiter, hace la mayor parte del trabajo, cualquiera de los planetas, incluida la Tierra, se presta a dar una patada de vez en cuando. Alrededor de la mitad de los "nuevos" cometas de la clase *Kohoutek* son expulsados en su primera correría hacia el Sol: lo que quiere decir que ganan impulso y, cuando regresan a la nube de Öö, sencillamente siguen su camino, adentrándose en el espacio interestelar. Los otros cometas "nuevos" (uno de ellos, el *Kohoutek*) pierden impulso y reducen las órbitas, bien moderadamente, convirtiéndose en cometas de clase *West*, o bien drásticamente, como en el caso del *Halley* y sus afines.

Ahora los cometas pasan la mayor parte del tiempo en la vecindad de los planetas, siendo vulnerables a nuevos encuentros, que aún pueden expelerlos o al menos situarlos en grandes órbitas fuera de la vista. El *West*, por ejemplo ganó impulso en su más reciente visita y se ha visto obligado a abandonar el sistema solar. En otras travesías es posible que pierdan fuerza motriz y se sumen al tipo *Pons-Winnecke* de órbitas cortas. Este fútbol no sólo se conoce de oídas; a veces los astrónomos pueden deducir acontecimientos concretos, como en 1886 cuando el cometa *Brooks 2* alcanzó Júpiter y se acercó a menos de 100.000 kilómetros de la superficie del planeta. El cometa se columpió por delante de Júpiter y fue "lanzado" de vuelta. Esto redujo grandemente su velocidad con respecto al Sol y el período de su órbita disminuyó de veintinueve a siete años. Las lunas

¡QUE VIENE EL COMETA!

de Júpiter, por otra parte, no se afectaron por la incursión del cometa entre ellas.

Los cometas *Pons-Winnecke*, tan a menudo visibles desde la Tierra, corren también con frecuencia el riesgo de encontrarse con Júpiter, así como el de gastarse y deshacerse durante sus repetidas visitas al Sol. Lo que sitúa al cometa *Encke* en una clase propia es que mantiene el extremo final de su órbita dentro y a salvo de la órbita de Júpiter. Parece haberlo conseguido mediante un sistema de autofrenado que expondremos más adelante.

Otra lección de la estadística de los cometas es que, aunque los "nuevos" lleguen desde todas las direcciones del firmamento y la mitad de ellos sigan un camino "equivocado" alrededor del Sol, contrario al sentido en que giran todos los planetas, las demás clases van siendo progresivamente confinadas al plano del espacio en que se encuentran todos los planetas. Y cuando llegan a las etapas finales del tipo *Pons-Winnecke* y *Encke* todos los cometas circulan alrededor del Sol en sentido "correcto". Esta es la mejor prueba de la evolución de los cometas a través de las distintas clases. Podemos comprenderla mediante las reglas del fútbol cósmico, porque el efecto de los encuentros consiste en hacer que las órbitas de los cometas que sobreviven en el interior del sistema solar sean cada vez más parecidas a las órbitas de los planetas.

Para mantener en funcionamiento estos burdos procesos y explicar los cientos de cometas visibles, los teóricos se han visto obligados a dotar la nube de Öo con unos 100.000 millones de cometas. Incluso contando con tal multitud, la masa total es inferior a la de la Tierra, lo que demuestra hasta qué punto son ligeros los cometas. Los astrofísicos suponen también que, en los orígenes del sistema solar, había muchísimos más. Según este esquema, los cometas son productos secundarios, pero duraderos, del nacimiento del Sol y sus planetas.

Nadie vio los acontecimientos de hace unos 4.600 millones

de años que formaron el sistema solar, pero cualquier astrónomo que valga lo que se come le largará una buena historia sobre el particular. Las pruebas de que tal vez tenga razón proceden de los telescopios que muestran la formación de estrellas y planetas nuevos a partir de las deslavazadas nubes de polvo y gas de la galaxia. Los materiales más abundantes en las nubes son los gases hidrógeno y helio, que también son los principales constituyentes del Sol y de sus planetas gigantes, pero hay una rica mezcla de partículas de hielo y polvo que contienen todos los demás elementos químicos. La descripción habitual de tales nubes las presenta colapsándose cada vez a mayor velocidad por efecto de la gravedad hasta constituir un disco arremolinado de gas, hielo y polvo, con el protosol en el centro. En una nueva e importante variante de la historia, parece que alguna estrella preexistente explotó inmediatamente antes de que esto ocurriera, acontecimiento éste que tiene cierta relación con el mecanismo del desmoronamiento de la nube y los detalles de la formación de los cometas.

La energía liberada por la súbita concentración de material en el núcleo del Sol, calienta a éste lo bastante para iniciar las reacciones termonucleares que van a mantenerlo en ignición durante miles de millones de años. Las estrellas recién nacidas arrojan fuera buena parte de su sustancia en forma de fuerte viento, de manera que, en los alrededores del joven Sol, lo que ocurre es una combinación de los efectos de la gravedad, del calor y del huracán solar, que actúa en diferentes escalas temporales sobre la aglomeración de gas, hielo y polvo del disco. En algunas versiones, el magnetismo desempeña un papel importante también, pero nosotros debemos dejar de lado muchos de los detallados pormenores que utilizan en sus argumentos los astrónomos que juegan a ser Dios en las altas horas de la noche. El cuadro general está compuesto de trozos de piedra y de hielo que crecen, colisionan, se rompen y gradualmente vuelven a unirse.

¿QUE VIENE EL COMETA!

Muchos de los supuestos “planetesimales” tienen un misterioso parecido con los cometas, y los astrónomos que afirman que los cometas formaron los planetas están aún más convencidos en el caso de los planetas helados, Urano y Neptuno. Los mayores de los planetas recién nacidos, Júpiter y Saturno, retuvieron una gran cantidad del hidrógeno disponible. El material gaseoso y helado no podía sobrevivir en las cercanías del Sol, de forma que los planetas interiores, entre ellos la Tierra, se formaron con materias pétreas. Los cometas de la nube de Ööo pueden haberse originado, sobre todo, en las regiones donde se formaron Urano y Neptuno y, de ser así, representan materiales desperdiciados en esta operación.

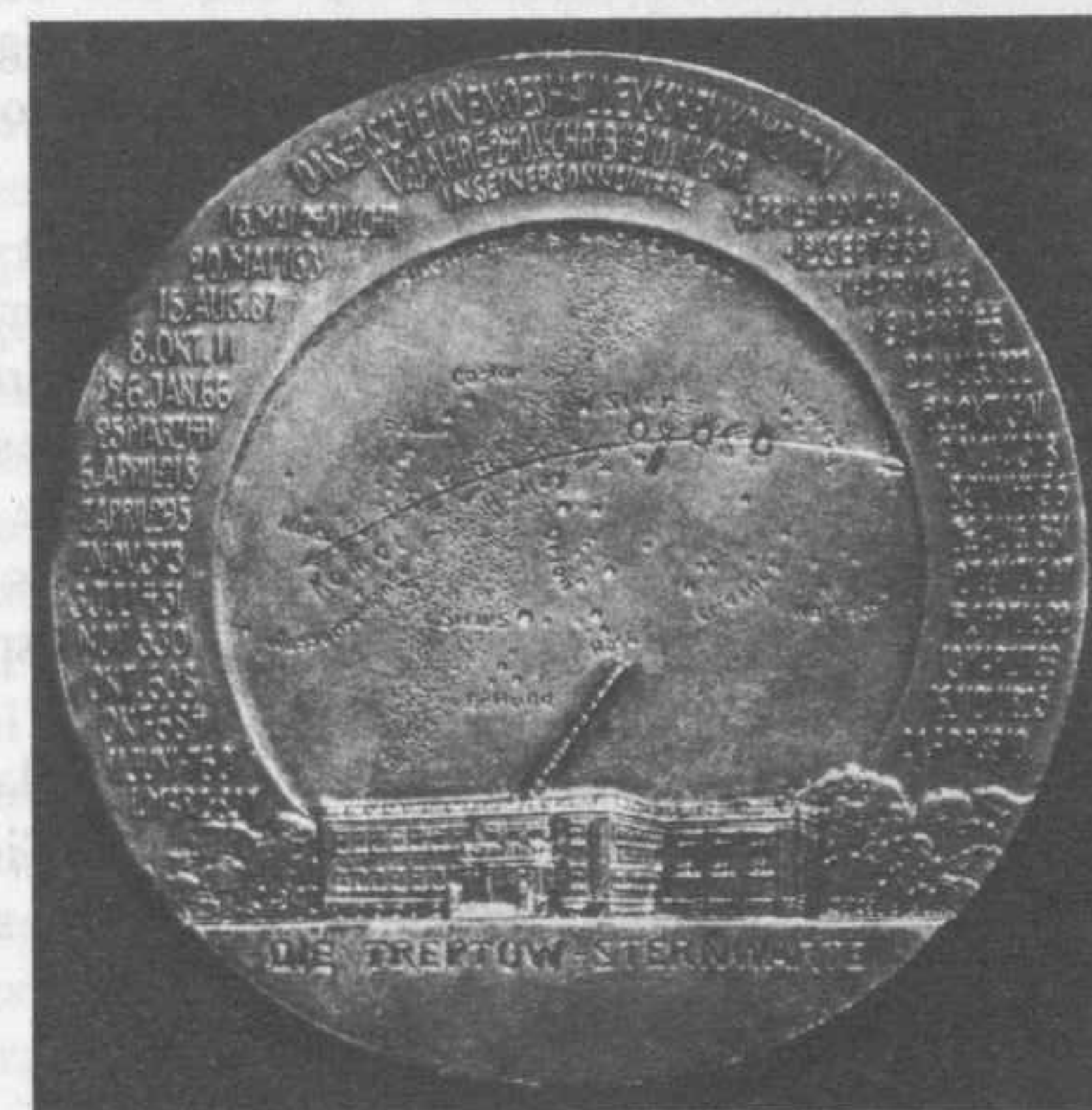
Conforme creció, cada planeta se fue convirtiendo en un polo de atracción mayor y más fuerte de nuevos materiales, pero al mismo tiempo su gravedad lo convirtió en un formidable futbolista, y los cometas que sufrieron errores de aproximación pudieron ser chutados fuera del sistema solar. Una minoría de ellos fueron impelidos lo bastante lejos para remontarlos a la nube de Ööo. La naturaleza puede darse el lujo de ser extremadamente pródiga en este proceso: los cometas son unos objetos tan ligeros que la masa de toda la población original de la nube de Ööo era probablemente mucho menor que la de Urano o Neptuno, y en cualquier caso se perdieron muchos más materiales del disco que giraba alrededor del Sol que materiales se asignaron a los planetas, las lunas y los cometas.

Pero el fútbol opera de ambas maneras y un inmenso número de cometas fue desviado hacia el interior del sistema solar, donde causaron desmanes. Muchos de ellos chocaron con los planetas. La Tierra y sus planetas hermanos fueron sometidos a un bombardeo torrencial de planetesimales, que probablemente eran sobre todo cometas y sus residuos, comparada con el cual la Guerra de Vietnam sería un agradable aguacero.

La Edad de los Cometas tiene un majestuoso sonido y



1618



1910

Testimonios de la fiebre del cometa. En los tiempos antiguos era frecuente la acuñación de medallas en agradecimiento por haber sido librado de los males del cometa; más recientemente, el regreso del Halley se ha conmemorado con monedas. (Ann Ronan Picture Library.)

Cabezas y colas

tal vez acelere el pulso de los cometófilos, pero en realidad debe considerarse una fase en proceso de extinción. Después de que los planetas se completaran en lo esencial, la tarea de purificar el sistema solar requirió cientos de millones de años. Sopló el huracán solar, barriendo los vapores que tenía delante y la presión de la luz del sol dirigió los detritos de grano fino al exterior del sistema solar. Sin embargo, el firmamento estaba lleno de colas peludas y, conforme los pedazos de hielo y piedra que se desplazaban a muchos kilómetros por segundo cayeron sobre ellos como lluvia, los planetas y las lunas más duros se salpicaron de grandes cráteres. En la Tierra, la actividad geológica ha curado las cicatrices de la viruela cometaria, pero esos cuerpos cuyas superficies se congelaron hace 4.000 millones de años todavía las muestran. La Luna, Mercurio y Calisto (luna de Júpiter) son excelentes ejemplos de los impactos craterígenos de la Edad de los Cometas y llamar al cráter Sinstein o Beethoven no contribuye nada a curar la desfiguración.

Dada la cantidad de cometas almacenados en la fabulosa nube, la tarea de mantener el cielo limpio es interminable. Pero borrar cometas resulta insalubre para los dinosaurios y otros seres vivos, como se verá en los capítulos posteriores. Pero antes debemos examinar más detenidamente la naturaleza de los propios cometas. Si fuera posible ver los cometas en la nube de Öoo, probablemente tendrían el aspecto de bolas de nieve raídas y sucias, desplazándose a paso de andadura y absolutamente faltos de cabeza y cola ígneas. Los observadores de los cometas situados en la Tierra han llegado a esta simple imagen mental mediante la acostumbrada y tortuosa vía.

Durante la última visita al Sol del cometa *Halley*, en 1910, reputados observadores dijeron que se había desintegrado. En aquellos momentos se creyó que el hecho era cierto, pero, una vez ido el cometa, prevalecieron las opiniones más serenas y las tales informaciones se consideraron invenciones creadas a partir de los chorros visibles en la cabeza del cometa. Al igual que el planeta Vulcano, se trata de un ejemplo más de que la gente ve lo que espera ver: semejante sugestión no hubiera ocurrido cien años antes.

Un encantador matemático me contó como una vez creyó que un sábado era domingo. Todas las pruebas que bullían a su alrededor indicando que era sábado no conmovieron su convicción y llegó a amonestar a un asombrado vendedor de periódicos por engañar a la gente con periódicos del día anterior. Sólo por la tarde, cuando se dirigió a pronunciar una conferencia y se encontró con que no había nadie, comenzó a despuntarle la verdad. También los anales bélicos están llenos de ejemplos de tropas, barcos y aviones que han sido confundidos y eficazmente destruidos por fuerzas "amigas". La creencia de Cristóbal Colón de que había navegado por el oeste hasta Asia la respaldamos todos nosotros hoy en día al llamar "indios" a los aborígenes americanos. Y no hay ninguna razón para dudar de la sinceridad de quienes ven platillos volantes.

A finales de la década de 1940, la psicología experimental

inauguró una rica vena cuando Jerome Bruner, de Harvard, comenzó a investigar los factores que influían en la percepción humana. En una serie de experimentos clásicos, junto con Cecile Goodman y Leo Postman, demostró (1) que las monedas valiosas parecían mayores de lo que eran, (2) que las palabras con carga emocional, como "crimen" o "zorra", son más difíciles de leer que las palabras lisonjeras, y (3) que cuando se muestra a la gente un naipe falso, pongamos un seis de trébol rojo, lo probable es que digan haber visto un seis de corazones. En este experimento con los naipes, el individuo puede dudar sin decidirse durante bastante rato antes de ver el engaño y exclamar de forma característica: "¡Dios mío!" El historiador de la ciencia Thomas Kuhn ha trazado un paralelismo entre este experimento y la aversión al cambio de las ideas científicas.

Si se esperan extrañas visiones en el firmamento, lo probable es que se vean. Un estudiante de medicina, Ambroise Paré, se ganó la dignidad de constar en las crónicas de las visiones imaginarias por sus observaciones del cometa de 1528. Era un joven capaz que habría de ser cirujano de cuatro reyes de Francia e inventó, entre otras novedades prácticas, ligaduras para cortar las hemorragias arteriales. Sin embargo, describió con toda honestidad el cometa como un objeto de color sangre, lo que es plausible, pero lo proveyó de armas y engalanó con repugnantes cabezas humanas, lo que parece muy poco probable.

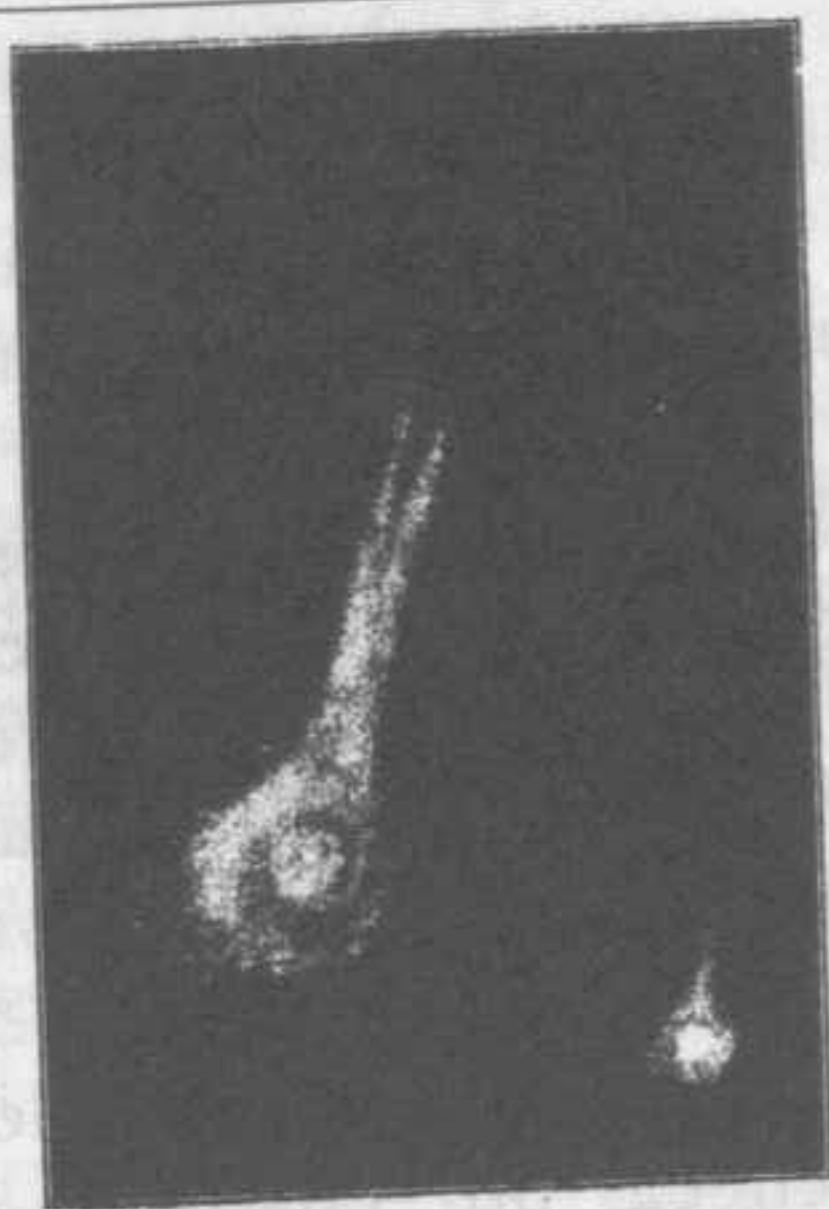
Un cometa hediondo demuestra aún mejor cómo las ideas influyen en la percepción. Los eruditos medievales de Europa, que se remitían a la ciencia de la antigüedad y consideraban que los cometas moraban en las regiones altas de la atmósfera terrestre, también sospechaban que eran obra del Diablo. De manera que no es del todo sorprendente enterarse de que determinados monjes medievales juraban que olían el cometa o bien que su olor se parecía a los gases sulfurosos del demonio. Esta información sobre la halitosis cometaria mereció la aprobación

de un libro que ya hemos mencionado, *Cometomantia* (1684), que la utilizó como prueba contra aquellos astrónomos demasiado celosos que querían desplazar todos los cometas al espacio exterior, mucho más allá de la órbita de la Luna.

En el asunto de la desintegración de los cometas, el primer efecto psicológico que se puso de manifiesto fue una ceguera que impedía a los europeos ver las estrellas "nuevas": fue seguido de una visión extra que aportó una gran panorámica de objetos y procesos invisibles. Un historiador de la antigua Grecia llamado Eforo cuenta que el año 371 a.C. un cometa se deshizo en pedazos; y fue vituperado por el preceptor de Nerón, Lucio Séneca, por charlatán irresponsable. Aun cuando Johann Kepler ya había dicho que los cometas podían estallar, durante el siglo XIX tal posibilidad se olvidó o bien se consideraba una invención grotesca. Cometas con múltiples colas se veían con bastante frecuencia, pero las múltiples cabezas eran impensables.

Cuando, en el invierno de 1845-46, el cometa llamado *Biela* adoptó una singular forma de pera y luego se dividió en dos cometas distintos, uno de los astrónomos que los observó, James Challis, de Cambridge, apartó la mirada. Una semana más tarde echó otra ojeada y el *Biela* seguía pavoneando su grotesca dualidad. Nunca había oído hablar de tal cosa y el cauto Challis dudó otros cuantos días antes de informar a sus colegas astronómicos. Mientras tanto, los astrónomos norteamericanos de Washington y New Haven, igualmente sorprendidos pero probablemente más seguros de su personal sobriedad, ya habían reivindicado el descubrimiento. Challis excusó su lentitud en dar cuenta del acontecimiento diciendo que estaba muy ocupado en ver un nuevo planeta más allá de Urano. Cuando más entrado aquel mismo año fue innecesariamente batido por astrónomos alemanes en el descubrimiento de ese planeta (Neptuno), Challis explicó que había estado preocupado por su trabajo sobre los cometas.

¡QUE VIENE EL COMETA!



El cometa Biela tras su división en dos en 1846, hecho que asombró a los astrónomos (según dibujo de un astrónomo alemán en el Observatorio Pul-kova, en Rusia). (Ann Ronan Picture Library.)

Tras la fisión del *Biela*, espectáculos similares se han convertido en lugares comunes, no porque la naturaleza emprendiera un frenético despedazamiento de cometas, sino porque las neuronas visuales de los astrónomos estaban al menos preparadas para registrar tales acontecimientos. De hecho, la escisión de los cometas se convirtió en un espectáculo popular, tanto si en realidad ocurría como si no. Por ejemplo, del gran cometa *Donati* (1858) se dijo que se estaba haciendo pedazos, pero es casi seguro que no ocurrió así. E inevitablemente el más famoso de los cometas, el *Halley*, se supuso que comparecería por última vez en 1910 y que luego se desharía. Una forma, seguramente generosa, de interpretar estos informes es la de que el *Halley* estuviera al borde de estallar en 1910, pero sobreviviera intacto.

Por otra parte, es indiscutible que otros cometas se han dividido con posterioridad al *Biela*, algunos de los cuales están documentados con fotografías. Zdenek Sekanina, un astrónomo de Villacometas nacido en Checoslovaquia,

ha puesto el sello del certificado de desintegración sobre el *Sawerthal* (1888), el *Campbell* (1914), el *Shipple-Fedtke-Kosaka* (1943), el *Honda* (1955) y el *Tago-Sato-Kosaka* (1969). Los que tienen nombres engorrosos merecían escindir-se, pero no puede decirse lo mismo del *West* (1976). Este fue un gran cometa que el público no llegó a ver, porque los periodistas, sintiéndose necios después de haber promocionado el *Kohoutek* de 1973 como el espectáculo del siglo, prohibieron virtualmente cualquier mención de los cometas en sus periódicos y programas de televisión. La cabeza del *West* se dividió en cuatro trozos y, en el proceso, arrojó chorros de polvo cada dos o tres días, lo que le dio al cometa una cola en forma de abanico, casi como la cola de un pavo real. Paolo Toscanelli describió el *Halley* en esos términos en 1456, pero toda deducción sería apresurada.

En el siglo XII, según los cálculos retrospectivos de Brian Marsden, un cometa pasó extraordinariamente cerca del Sol y se rompió por lo menos en dos piezas. (Podría haber sido el conspicuo cometa de 1106 d.C.). Uno de los trozos volvió en 1882 como el "Gran Cometa de Septiembre" y de nuevo pasó rozando el Sol; en una órbita casi indiferenciable, apareció otro trozo en 1965 en forma del cometa *Ikeya-Seki*. De hecho, existe un grupo de cometas "filosolares" que comparten órbitas muy similares, dado que se engendraron a lo largo de muchos siglos, mediante sucesivas roturas, a partir de un único cometa progenitor. El "Gran Cometa de Marzo" de 1843 era uno de éstos, y desde entonces ha habido por lo menos siete. El *Pereyra* de 1963 pasó a tan sólo 60.000 kilómetros de la brillante superficie solar, mientras que el "Gran Cometa Meridional" de 1887 es posible que chocara con el Sol.

El sistema visual tiende a completar los detalles en forma de caricatura, representando al Hombre en la Luna y, por regla general, percibiendo pautas irreales. El test de las manchas de tinta que utilizan los psicólogos para atormentar a la gente viene aquí a cuento; otra cuestión es la interpre-

tación de los halos y las banderolas de los cometas como cabezas sangrantes o cortadas. El descubrimiento más celebrado de la historia de la astronomía fue el de los Canales de Marte. En 1877, Giovanni Schiaparelli, de Milán, dio cuenta de que veía canales que recorrían la superficie del planeta y, a finales de siglo, Percival Lowell, fundador de un famoso observatorio en Flagstaff (Arizona), había dibujado una intrincada red de docenas de canales.

El sistema de irrigación de amplitud planetaria de los marcianos significaba, para Lowell, que una civilización avanzada luchaba contra la creciente aridez del planeta. El cazador de cometas norteamericano Edward Barnard desmontó ingeniosamente el invento: disponía del que era, en su tiempo, el telescopio más moderno del mundo y dijo que era demasiado potente para ver los Canales de Marte. Sin embargo (siempre hay un "sin embargo" en ciencia), los fantasmas de Schiaparelli y Lowell pueden soltar una última risotada. En 1971, una nave espacial envió fotografías de Marte donde aparecían inmensos valles, incluida una grieta natural de ochenta kilómetros de anchura y cinco mil kilómetros de longitud, uno de los rasgos interpretados como "canales" por los entusiastas. De la civilización marciana, por supuesto, no había rastro, aunque los canales no fuesen del todo imaginarios. Y también había en Marte inmensos volcanes: el burlón Barnard los había visto personalmente, pero sin atravesarse a mencionarlos por miedo al ridículo.

Hay ilusiones que están tan metidas en el fondo del mecanismo de nuestro cerebro que nos obligan, por ejemplo, a interpretar el firmamento como una cúpula aplanada, de modo que la Luna y los cometas siempre parecen mucho mayores en el horizonte que cuando están en lo alto. También los telescopios pueden engañar y muchos aficionados vehementes confunden un reflejo descarriado del instrumento con un cometa recién descubierto. En la Rusia zarista había un observatorio con un telescopio muy adaptado para des-

cubrir acompañantes a las estrellas, debido a que un defecto de la lente daba lugar a que todo se viera doble. Pero cuando las falsas percepciones y las falsas concepciones fermentan juntas, los resultados pueden ser mucho más vívidos.

Los descubrimientos de Isaac Newton y Edmond Halley no acabaron con las connotaciones diabólicas de los cometas. Por el contrario, la conciencia de que los cometas giraban alrededor del Sol en grandes órbitas elípticas colaboró a modernizar la imagen del Infierno. ¿Qué mejor castigo para los pecadores que ser condenados a cabalgar eternamente sobre un cometa y vivir la terrible alternancia de la congelación en las tinieblas exteriores y la calcinación de los momentos en que el cometa pasa rasando el Sol? La jovial idea de que el cometa del año 44 a.C. era César ascendiendo al Cielo ha sido, pues, revisada para poblar los cometas con las almas de los condenados, no de camino hacia el Infierno, sino ya instalados en él, en la versión de nuevo cuño, dieciochesca y arremolinada, del Infierno.

Los astrónomos fueron más juiciosos que todo eso. Sabían que los cometas eran fragmentos desordenados de luz necesarios para el sostenimiento de todos los hombres vivos, lo mismo que esos otros asentados en el Sol. En la actualidad, la mala costumbre de sólo atender a esas ideas del pasado, que apuntan más o menos directamente hacia las modernas teorías científicas, está siendo corregida por los historiadores de la ciencia, y gracias a estos investigadores profesionales de teorías fallecidas hace mucho tiempo, aprendemos cuáles fueron los errores creativos que rodearon los intentos de explicar las luminarias celestes, hace dos o tres siglos. Por entonces, los malos entendidos sobre la luz no eran ya tan grotescos como las antiguas propuestas de que los ojos operaban como láseres y veían a su alrededor lanzando rayos de luz, como las "miradas lacerantes" de que gustan algunos novelistas. Pero se mantenía una profunda confusión entre la luz y sus fuentes. En la actualidad, la mayor parte de nosotros podemos distinguir una lámpara del polvo de

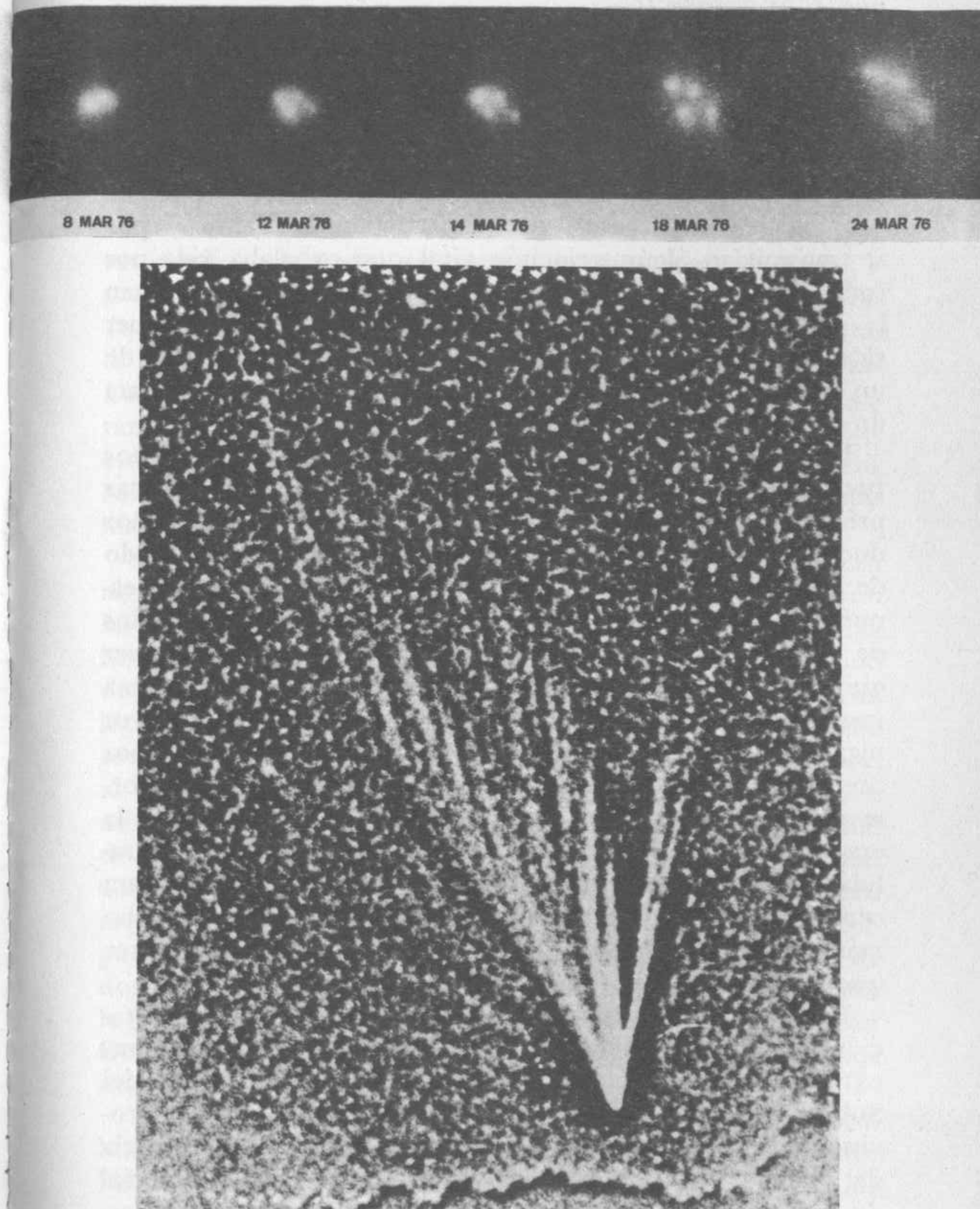
fotones que nos lanza a los ojos. Nuestros predecesores, en cambio, estaban infectados por el antiguo concepto del "fuego" como elemento de propio derecho y, en cualquier caso, al no saber nada de plasmas calentados por reacciones nucleares, encontraban misteriosa la luz del Sol y de las estrellas.

Incluso Newton, que fundó la moderna ciencia de la luz en sus ratos libres y desde luego conocía la diferencia entre los rayos y sus fuentes, no atinó a decir cómo es que el Sol arde sin consumirse durante miles de años (miles de millones de años, según sabemos hoy). Los cometas surgen como un calvario cósmico para redimirnos: Newton dijo que Dios había dispuesto que el Sol se reforzara mediante los cometas que le caían encima como consecuencia de cambios fatales en sus órbitas. También en esto, pensaba Newton, estaba la explicación de la nueva estrella que había visto Tycho Brahe en 1572. Hoy los astro-físicos dirían que era una bomba H natural activada por la destructiva explosión de una estrella gigante; para Newton se trataba de una estrella que adquiría de repente un nuevo resplandor gracias al buen suministro de combustible cometario.

Newton no era newtoniano, en el austero sentido decimonónico de contentarse con contemplar la maquinaria celeste. La doma de la imaginación por obra del álgebra no data de los *Principia* de 1687 sino de la *Theoria Motus*

Explosión del cometa West en marzo de 1976, según una serie de fotografías tomadas a lo largo de dieciséis días, con una exposición que sólo muestra las partes más brillantes de la cabeza del cometa. Algunos fragmentos, aunque pequeños, eran brillantes, quizá por exponer nuevas superficies de materias volátiles bajo los efectos de los rayos solares. (New Mexico State University Observatory.)

Imagen de la cola del cometa West en forma de cola de pavo real, procesada por computador para acentuar las «múltiples banderolas» que conlleva la desintegración de la cabeza del cometa (Big Bear Observatory y Los Alamos, IPG). (Z. Sekanina y J.A. Farrell.)



Corporum de Karl Friedrich Gauss (1809). En el siglo que medió entre uno y otro libro, los astrónomos, los clérigos y los legos siguieron observando los cometas como manifestaciones del designio divino. Tomando el relevo de Newton, se preguntaron por la luz de los cometas y por sus propiedades vivificantes, por si irrigaban la Tierra y por si transmitían algún principio vital que exhalaba vida por todas las esferas del firmamento. Tales ideas presagiaban la propuesta del siglo XX de que la Tierra podría haber sido sembrada con las primeras bacterias por la cola de un cometa, según las especulaciones que reservamos para un capítulo posterior.

La más descarada de todas las ideas sobre el cosmos fue la creencia de William Herschel de que la estrella más próxima estaba habitada: "... no necesitamos tener la menor duda en admitir que el Sol está abundantemente dotado de habitantes". Herschel floreció un centenar de años después de Newton y su nombre es uno de los más celebrados de la historia de la astronomía. Era un músico de Hannover que vivía en Bath (Inglaterra) y fue catapultado a la fama cuando su telescopio reveló el gran planeta Urano, la mayor pieza del sistema solar que se descubría desde los tiempos prehistóricos. Muchos astrónomos habían visto anteriormente el planeta, pero lo tomaron por una estrella. En la era posterior a Halley, Herschel anunció con toda naturalidad su descubrimiento de un nuevo cometa y quedó para otros deducir que se trataba de un planeta situado mucho más allá de Saturno y que era un centenar de veces mayor que la Tierra.

En lo que respecta a la luz de los cometas y a su aportación a la habitabilidad del Sol, Herschel pintó criaturas extrañas que hacían sus labores en la superficie sólida del Sol situada debajo de una atmósfera luminosa que se aprovisionaba, como había dicho Newton, mediante la afluencia de cometas. La luz cósmica era, pues, una clase especial de materia vivificante que la naturaleza podía manipular,

en este caso dentro de una concha que envolvía al Sol e iluminaba la superficie solar al mismo tiempo que el sistema solar. Incluso en la época de Herschel, afirmar que el Sol estaba frío podía reportarle a cualquiera un certificado de demencia, pero Herschel suponía que los rayos solares sólo generaban calor cuando eran absorbidos por un medio adecuado, tal como la atmósfera terrestre. Y presentaba pruebas visibles que apoyaban su propuesta: ¿qué eran las familiares manchas oscuras del Sol sino grietas de la luz que permitían ver la superficie interior más fría? Los actuales cálculos de la temperatura interna del Sol garantizan que todo habitante de ese mundo tendría que estar, como mínimo, saltando cual pulga sobre una plancha caliente, y sabemos que las manchas solares son tormentas magnéticas.

Pero los partidarios de estas ideas sobre la luz merecen algo más que una visita póstuma, pues su argumentación les condujo a conclusiones que los astrofísicos de última hora consideran increíblemente exactas. La disposición de la supuesta materia luminosa alrededor del pesado Sol indicaba a los astrónomos del siglo XVIII que la luz estaba sometida a la acción de la gravedad. Los cometas luminosos, al desplazarse según las leyes de Newton, proporcionaban asimismo pruebas gráficas. Pero la capacidad de la gravedad de curvar la luz y desacelerarla sería la base de la Relatividad General. Albert Einstein llegó hasta ahí armado de nociones menos descarriadas sobre la naturaleza de la luz, y la anticipación podría descartarse como una intersección casual de dos líneas de pensamiento muy distintas, de no haber dado lugar a la más fascinante de las deducciones de la Relatividad General. La teoría dieciochesca de la luz predecía los agujeros negros.

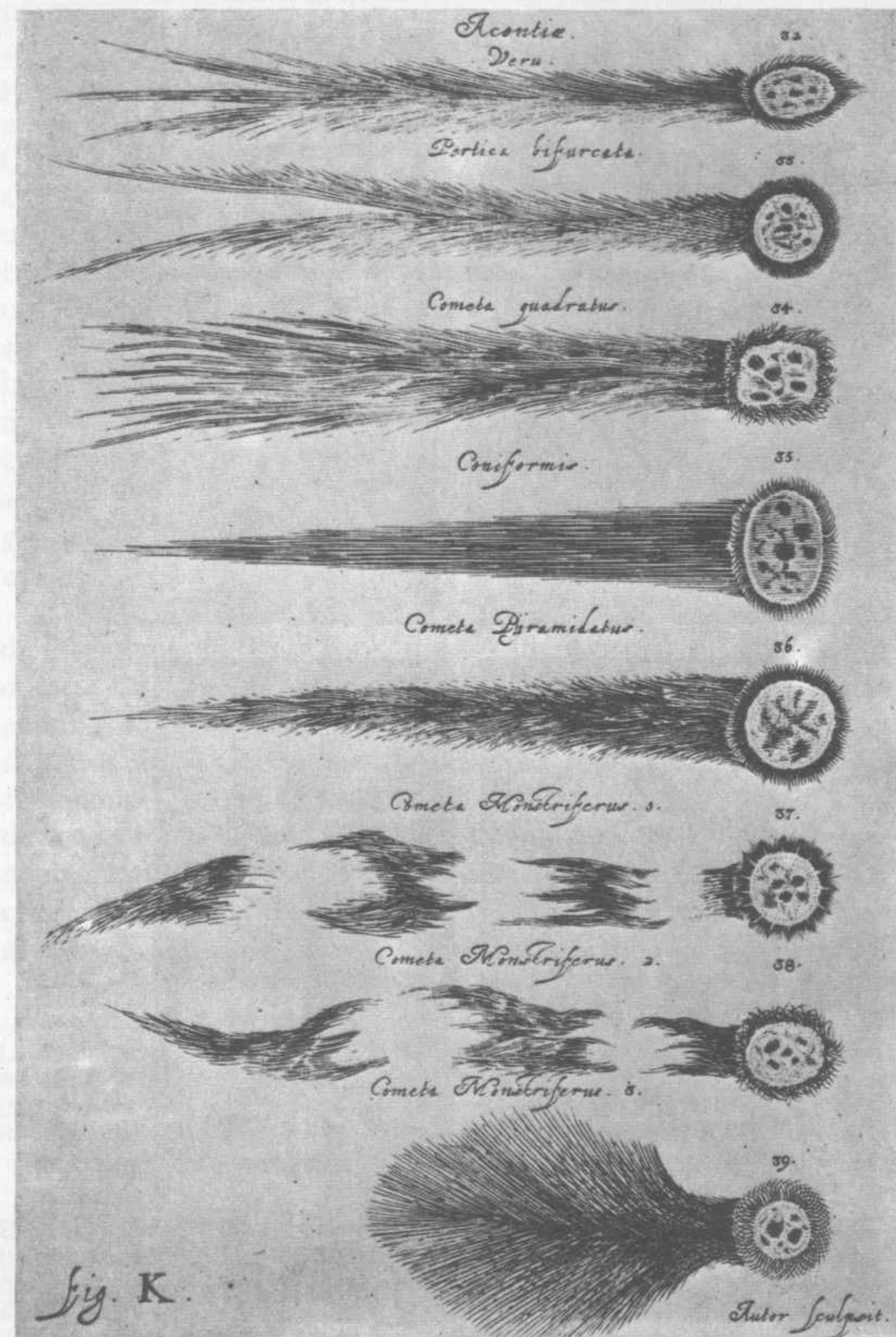
El primer hombre que los mentó fue un clérigo de Thornhill, en las cercanías de Leeds: John Michell. En Cambridge había iniciado el estudio moderno del magnetismo y de los terremotos; también identificó las estrellas dobles y dio a

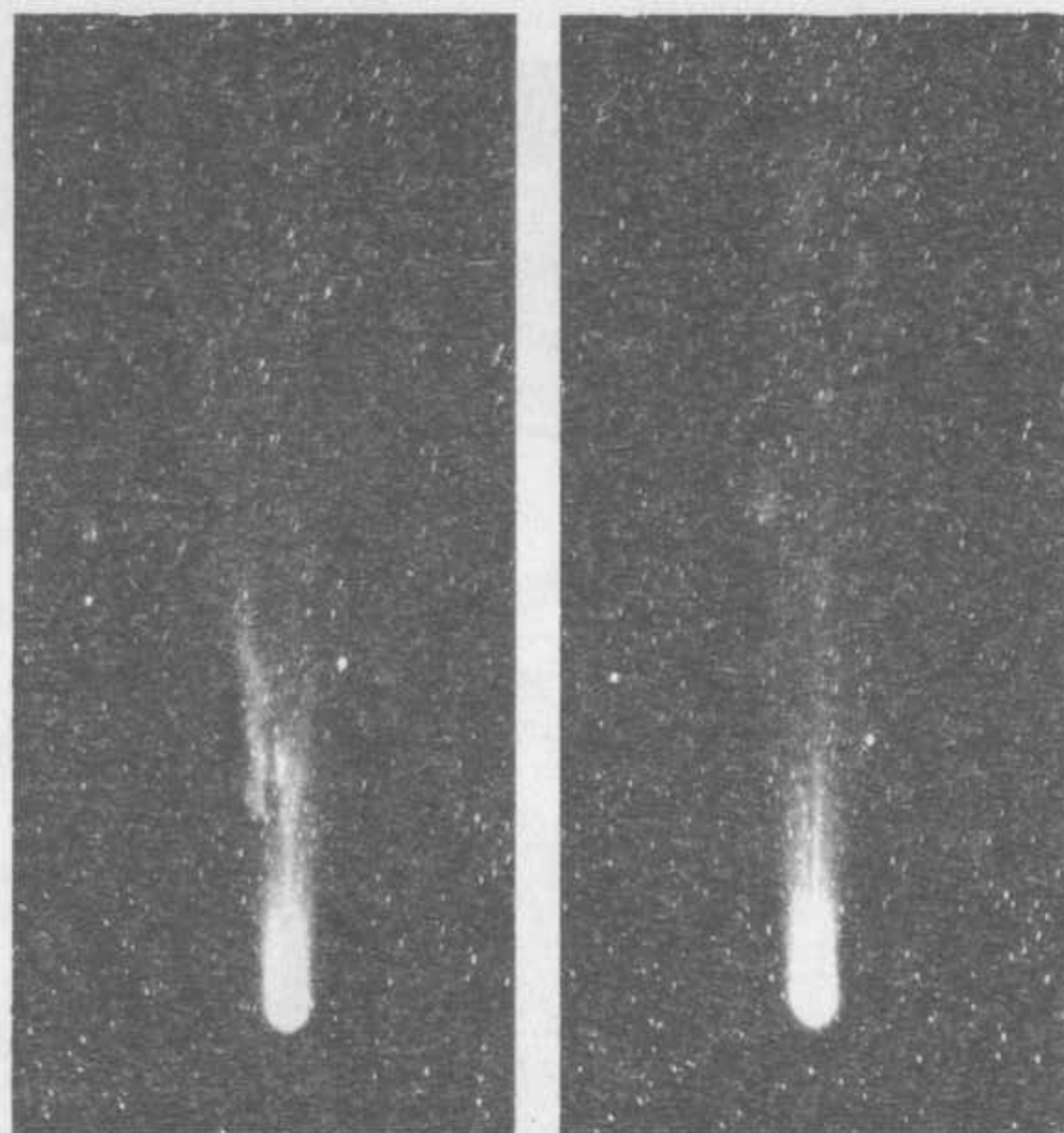
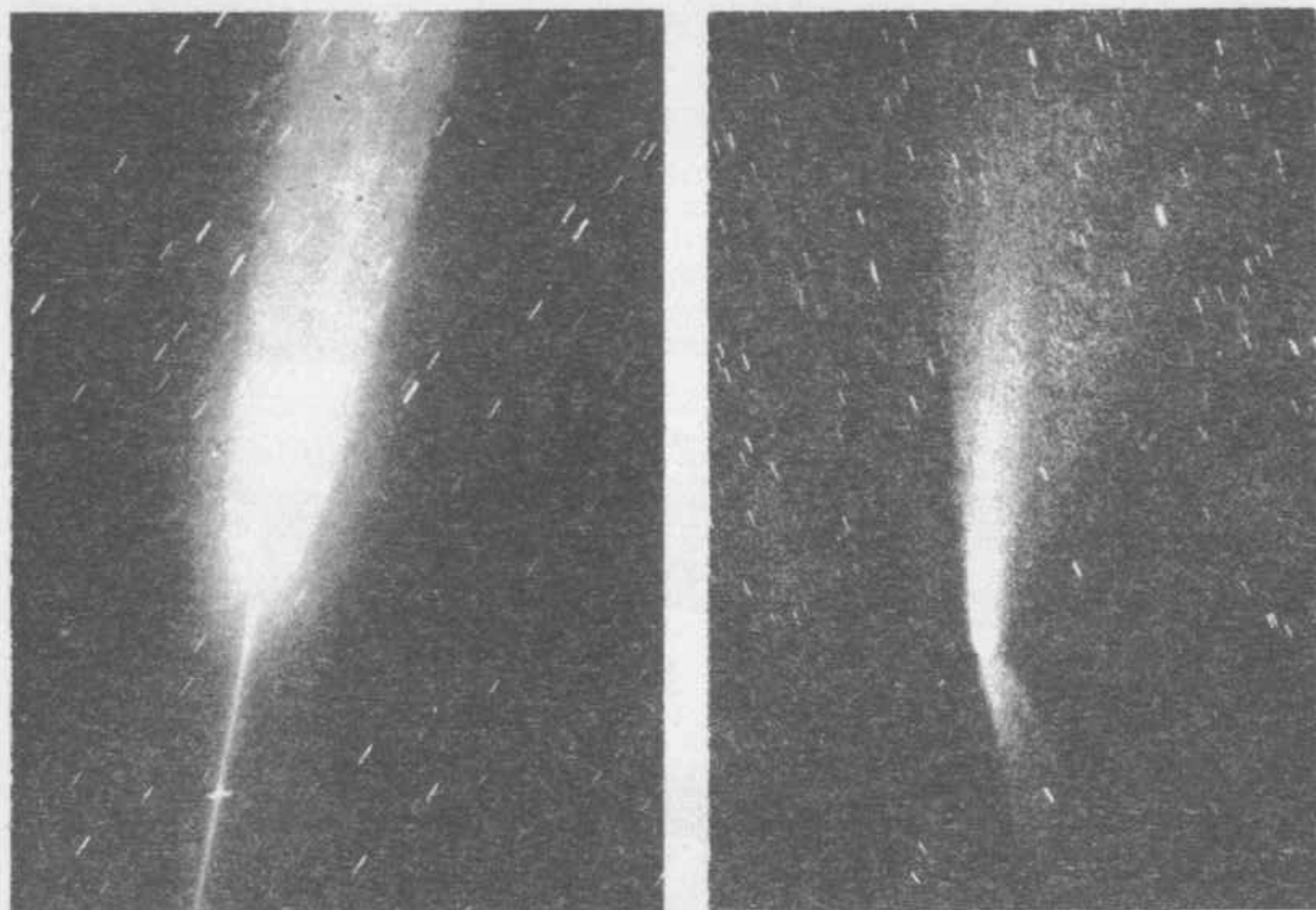
Herschel un curso por correspondencia sobre cómo hacer un telescopio. Michell planteó la idea de una estrella invisible en un artículo publicado en 1784 y resucitado en 1979 por Simon Schaffer, un historiador de Cambridge. El agujero negro original se le ocurrió a Michell partiendo de la idea de que una estrella grande y maciza podría, debido a su gran gravedad, desacelerar la luz que emitiese. En el caso extremo, una estrella podría suprimir por completo su luz, y Michell calculó que esa estrella, con un diámetro de quinientas veces el del Sol y la misma densidad, sería invisible. (Por pura casualidad, éstos resultados se acercan a los calculados actualmente). En 1796, el astrónomo francés Pierre-Simon de Laplace llegó a la misma conclusión que Michell mediante cálculos similares; con frecuencia se considera que fue él quien inventó el concepto de los agujeros negros, pero es al rector de Thornhill a quien debe atribuirse su paternidad.

La astronomía, pues, es un animal de cuatro patas que se sostiene sobre ideas sólidas y falsas en los cuartos delanteros y sobre observaciones sólidas y falsas en los traseros. La maravilla es que la bestia pueda avanzar cojeando, e incluso a veces galopar, de un descubrimiento al siguiente. Y dando tumbos en su camino tras la valiosa información sobre la naturaleza y la historia del universo, ha expuesto de pasada la naturaleza de esos fenómenos efímeros que son las colas de los cometas.

Coja un guisante y podrá eclipsar la Luna, pero no intente hacerlo con el Sol porque se dañará la vista. Los astrónomos de la antigua China midieron las colas de los cometas en pies, pero en realidad una regla de dos metros, sostenida con el brazo extendido, no abarcaría a algunos cometas larguísimos que se extienden por más de la mitad del fir-

Intento de clasificación de los cometas, obra de Johann Hevelius, del siglo XVII (Cometographia, Royal Astronomical Society, foto de Derrick Witty).





mamento. Las colas de los cometas son de longitud y aspecto muy variables, entre distintos cometas y entre los distintos períodos de observación de un mismo cometa, por lo que no es de extrañar que el servicio secreto astrológico de China no pudiera hacerse idea de si las colas de los cometas eran del tamaño de un puño, de una escoba, de la luz de una vela o de un barco de vela. Después de haber observado estos apéndices durante siglos se dieron cuenta de que la cola tendía a situarse en dirección contraria al Sol: eso significaba que el cometa se movía aproximadamente con la cabeza delante cuando se acercaba al Sol y aproximadamente con la cola delante cuando se alejaba. Cuando los europeos de la Edad Media superaron el miedo y miraron a los cometas con atención llegaron a la misma conclusión; y luego la exageraron al afirmar que la cola señalaba exactamente la dirección contraria del Sol, lo que era erróneo.

La imaginación hizo horas extras para explicar la cola de los cometas. En China hubo quien visualizó los cometas como objetos lateralmente iluminados cuya apariencia cambia tanto como la de la Luna para los observadores situados en la Tierra, según cómo les de la luz del Sol. En el amanecer de la moderna astronomía europea, la cola de los cometas se comparaba a los dardos de luz solar que se cuelan entre las nubes. Una idea propuesta en el siglo XVII consistía en que los cometas eran una cuestión de levitación; se dijo que la cola era un chorro de material levitante sometido a la fuerza de la gravedad.

▼ La destacada «anticola» o «espina hacia el Sol» del cometa Arend-Roland en 1957 (izquierda, Armagh Observatory) se explicó como un abanico de grandes partículas de polvo vistas de perfil. El abanico se aprecia bien en la fotografía de la derecha, tomada tres días antes (derecha, R. Fogelquist).

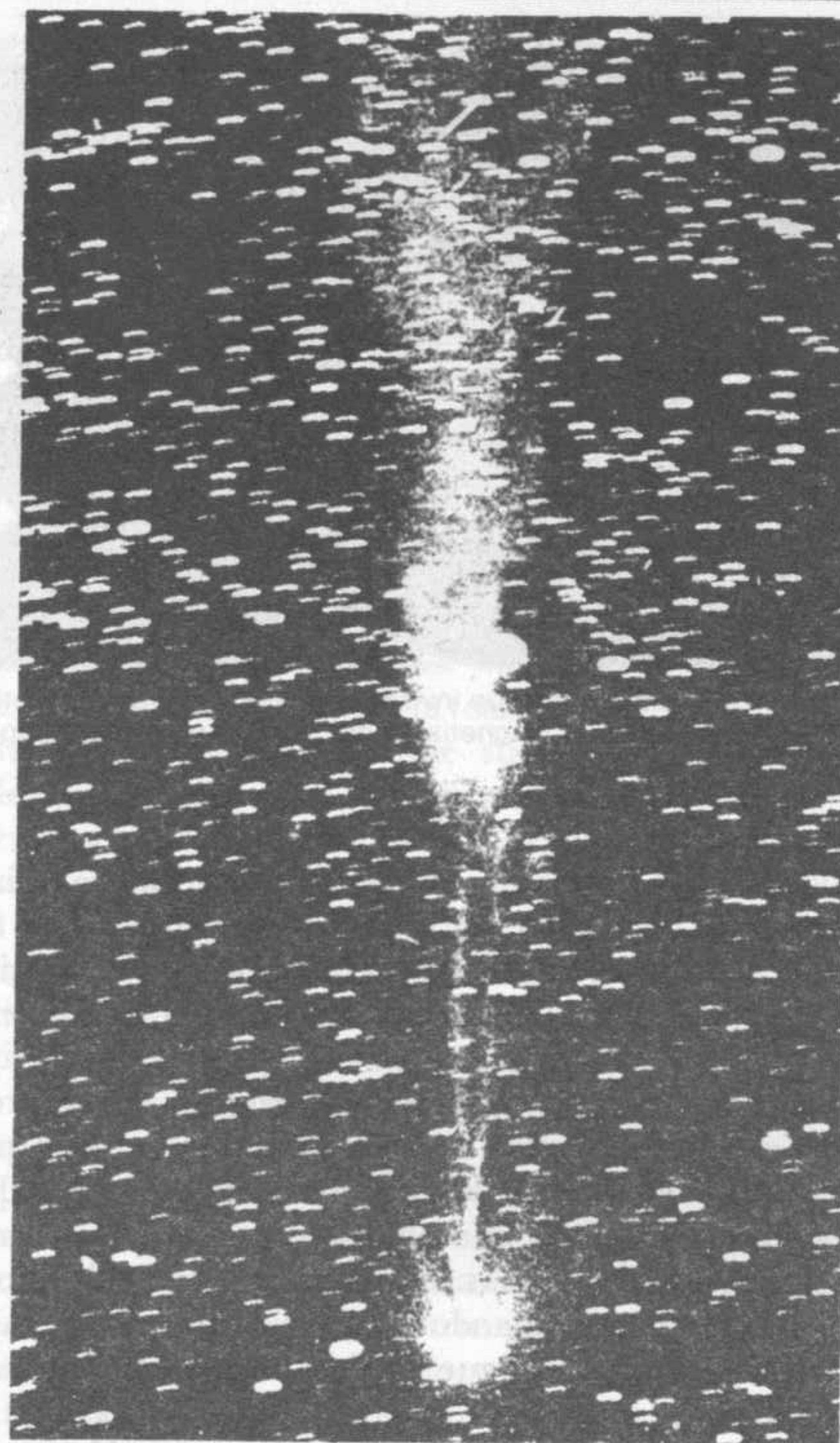
◀ El 6 de junio de 1910, el cometa Halley perdió la cola de plasma a la izquierda de la principal cola de polvo; al día siguiente (segunda fotografía) la antigua cola se distinguía perfectamente, alejada ya de la cabeza del cometa. (Lick Observatory.)

do a una supuesta fuerza antigravitatoria que le repelía del Sol. O bien se suponía que los cometas revolvían el éter del espacio cósmico como un barco se abre paso entre las aguas. Newton apuntó desdeñosamente que este “desmigajamiento de los cielos” no coincidía con el cambio de dirección de la cola.

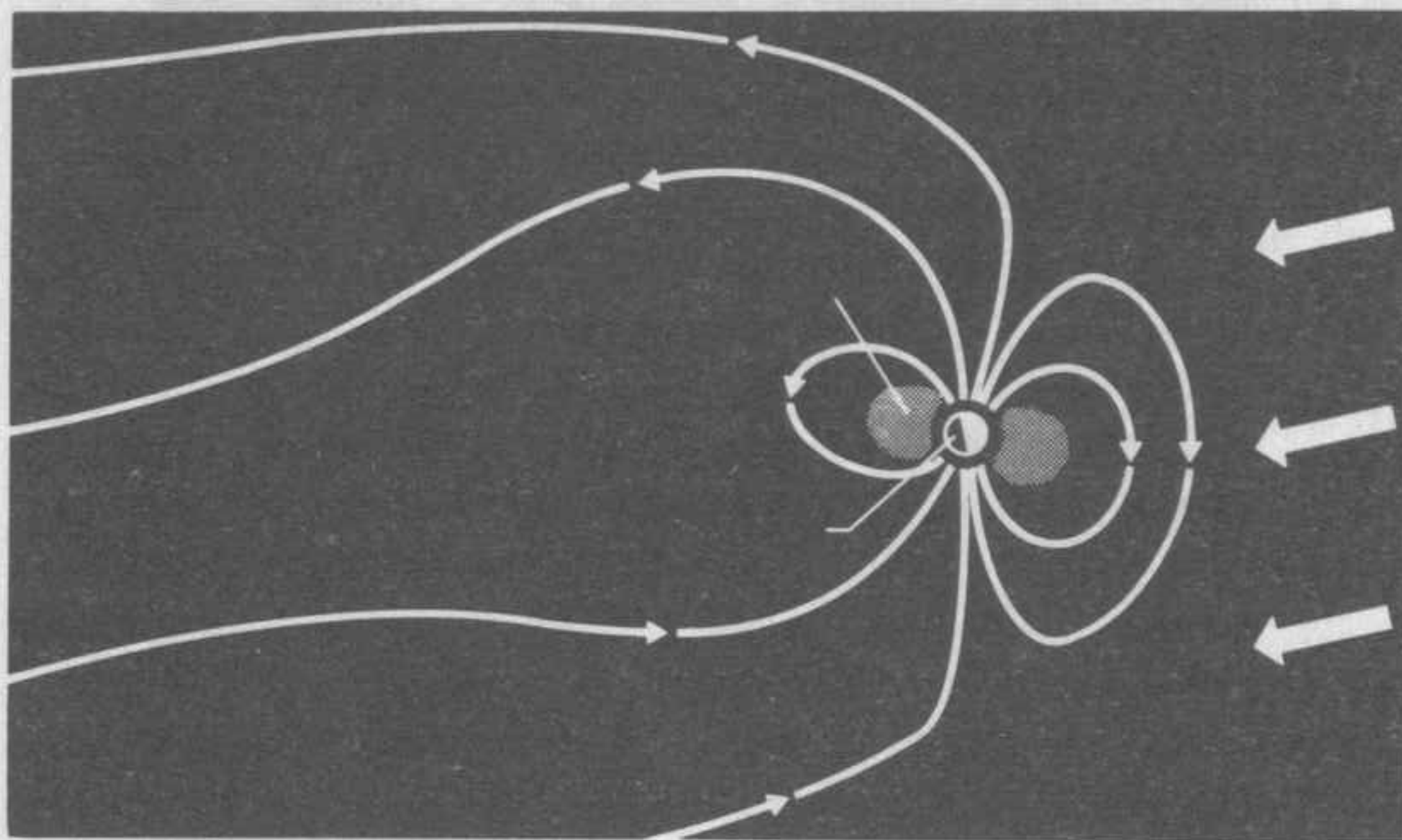
Desde sus observaciones del cometa de 1680, Newton señaló que la cola aumentaba conforme el cometa rodeaba el Sol y el gran calor, suponía él, evaporaba parte de los materiales del cometa. Este punto es crucial para el entendimiento de los cometas: el calor del Sol hace que un objeto, en otro caso imperceptible, lance esas efusiones que se derraman por el espacio y lo hacen visible. Newton también creía que, en la misma medida que las cabezas de los cometas alimentan al Sol, las colas de los cometas eran la fuente del espíritu vital y de la humedad que se enviaban al cielo y eran necesarios para el mantenimiento de la vida planetaria. Prosiguió sin acierto su propia explicación de la cola de los cometas, que comparaba con el humo que asciende en contra de la gravedad por el aire caliente y enrarecido de las chimeneas. Creía que las partículas calentadas por la luz solar también templaban el éter que las rodeaba, lo que las alejaba de la cabeza del cometa.

La primera persona que interpretó correctamente la cola de los cometas, a juzgar por los baremos de la astronomía actual, fue el predecesor de Newton, Kepler, quien trazó el cuadro de la presión de los rayos solares arrastrando materiales de la atmósfera de la cabeza del cometa. Esto encaja con la opinión moderna, según la cual la cola está compuesta, en parte, de humo de partículas de polvo de distintos tamaños que son arrebatadas de la cabeza del cometa por la luz solar. Al imaginar que la luz radiante puede ejercer una fuerza de ese tipo, Kepler tomaba una delantera de siglos.

Como no somos derribados cuando salimos a la calle en un día soleado, es disculpable que consideremos que



El cometa Morehouse de 1908 esparciendo su cola de plasma. La parte más llamativa de la misma se separó y alejó. Pronto el cometa “echó” una nueva cola, lo que se atribuye a haber pasado el cometa por una zona de magnetismo invertido del viento solar. (Yerkes Observatory.)



La Tierra como un cometa: aunque invisible, existe una cola magnética que se produce al chocar con el magnetismo del planeta el viento magnetizado del plasma procedente del Sol.

la presión de la luz solar carece de importancia. Sin embargo, en el vacío del espacio se convierte en una fuerza capaz de empujar los artefactos espaciales por el sistema solar a muy bajo coste. En la década de 1970, los ingenieros norteamericanos diseñaron un plan para enviar cápsulas espaciales al encuentro del cometa *Halley* en la presente aparición, utilizando una docena de velas como aspas de molino, cada una de siete kilómetros de longitud, hechas de película plástica tratada con aluminio y de tan sólo centésimas de milímetro de espesor. Aunque este intrépido proyecto de navegación solar se abandonara, la perspectiva de cabalgar sobre un rayo de sol sigue siendo razonable, tanto para los futuros astronautas como para el polvo de los cometas.

El espesor lo es todo, pues sólo si la extensión expuesta a la luz es grande en comparación con la masa será grande el efecto de la luz solar. Los granos menores y "más finos" del polvo de los cometas son más fáciles de mover: al dismi-

nuir a la décima parte el diámetro de una partícula, se multiplica la aceleración solar por el factor diez. Es posible echar polvo de licopodio (las finas esporas de pinillo) en un tubo de vidrio y moverlo lateralmente un poco mediante un fuerte rayo de luz. Por el mismo procedimiento, la luz solar puede empujar las pequeñas partículas del polvo de los cometas fuera del sistema solar. Los gránulos típicos de la cola de los cometas se calcula que tienen, lo mismo que la proyectada vela solar, un grosor de pocas milésimas de milímetro. Ahora sabemos que contienen silicatos, el material primordial de la composición de las rocas terrestres.

La luz que empuja los granos también los ilumina y nosotros vemos las partes más densas de la cola de polvo gracias a la luz reflejada. Conforme el polvo se dispersa por el espacio más lejano, se vuelve invisible. La forma de la cola depende tanto de los movimientos de la cabeza del cometa como de las distintas aceleraciones que sufren los diferentes tamaños de granos al ser empujados por la luz solar. Cuando el cometa vira en redondo alrededor del Sol, la cola se curva como una cimitarra y quizás resulta temible para los turcos y persas familiarizados con ese tipo de quincalla bélica. Las partículas de polvo relativamente grandes, las rocas de más de una décima de milímetro de grosor, se despliegan en una hoja casi imposible de ver a menos que aparezca de canto desde la Tierra. Eso corta la respiración a los amantes de los cometas con una bella ilusión: una "anticola" que en apariencia apunta hacia el Sol.

Y exactamente igual que un ventarrón se lleva el humo por la proa de un vapor que avanza empopado, así la presión de la luz solar arrastra la tormenta de polvo más visible por delante de la cabeza del cometa en el momento de remontar el Sol. Pero esta analogía de vientos, aun siendo válida, invita a la confusión con el "viento solar". Este es un verdadero viento que produce otro efecto en los cometas y da lugar a otro tipo de colas.

A finales de la década de 1940, unos astutos astrofísicos

recién librados del empeño bélico británico, examinaron el paso del Sol y de sus planetas acompañantes por el universo, llegando a la conclusión de que el Sol extrae gas del espacio no absolutamente vacío situado entre las estrellas. Así que tuvieron la audacia de predecir que un viento soplabá hacia el Sol. No se tardó mucho en confirmar la realidad del viento solar, aunque con una pequeña modificación: el viento no soplabá en dirección al Sol sino desde el Sol. De manera que lejos de ganar gas a partir del espacio interestelar, el Sol arroja materia a sus alrededores a un ritmo de un millón de toneladas por día; es el abanico original y omnidireccional. Los cometas pusieron de manifiesto la existencia del viento solar antes de que las cápsulas espaciales lo percibieran directamente.

Además de las colas formadas por el polvo que arrastra la luz solar, hay colas hechas del "plasma" que arrastra el viento solar, y éstas brotan más de prisa y más rectas de los cometas. Para el físico, plasma significa gas electrizado, en el que las moléculas y los fragmentos de molécula son "iones", transportan cargas eléctricas. El plasma no tiene nada de misterioso; es la materia más frecuente en el universo y el Sol, por ejemplo, está compuesto de plasma. Y lo que es más sugerente para los observadores de los cometas, los tubos fluorescentes normales contienen plasma resplandeciente, y los astrónomos pueden reconocer los iones de plasma en las colas de cometas debido a la característica luz que emiten. Pero la luz solar no impulsa las moléculas de gas en el sentido en que arrastra el polvo, caso en el cual tendríamos temporal cada mañana que sale el Sol. Para conformar las colas de plasma era menester otra clase de presión distinta procedente del Sol y, en 1951, Ludwig Biermann, de Alemania, adujo que bien podía achacarse a la propia corriente de plasma procedente del Sol.

Por entonces las auroras boreales, ese despliegue luminoso de la alta atmósfera polar, acompañado de tormentas magnéticas y cortes de radio, se achacaban a bocanadas de plasma

procedente del Sol. Estos acontecimientos sucedían en la Tierra poco después de que aparecieran brillantes fulgores en la cara visible del Sol. Pero para mantenerse constantemente erectas las colas de plasma de los cometas necesitaban, según el esquema de Biermann, un flujo constante de plasma solar. Un hecho notable para Biermann era que la cola de plasma no apuntaba precisamente en dirección contraria al Sol, sino que presentaba algunos grados de inclinación, exactamente lo que cabe esperar de un cometa que se desplaza a gran velocidad y libera gases como consecuencia de un fuerte viento. Y este razonamiento se vio confirmado por la investigación directa, cuando el lanzamiento de instrumentos al espacio interplanetario permitió explorar el constante viento solar.

Expelido a 400 kilómetros por segundo, el viento solar lleva consigo el magnetismo que le imprime el Sol. Cuando tropieza con los vapores de la cabeza de un cometa, los electrones del viento lo ionizan, formando plasma. El viento magnetizado carga con el plasma del cometa y lo arrastra a gran velocidad lejos del Sol. Aunque la cola de plasma es por regla general más fina que la cola de polvo, las interacciones magnéticas entre los dos plasmas serpenteantes, el del viento solar y el del cometa, pueden crear curiosos nudos y tirabuzones en la cola. Tales rasgos fueron el deleite de los amantes de los cometas cuando aparecieron en el *Kohoutek* de 1973-74.

El estudio de la cola de plasma de los cometas ganó un poco de respetabilidad gracias al posterior descubrimiento desde naves espaciales de que los planetas, incluida la Tierra, también dejan colas de plasma, como las de los cometas, en dirección contraria al Sol. Los astrónomos y los ladrones pueden felicitarse de que la cola de la Tierra no sea luminosa. El viento solar produce una cola al chocar con la atmósfera exterior o con la esfera de influencia magnética de los planetas. Nuestro propio planeta tiene un fuerte campo magnético y la onda de choque de la Tierra, el punto donde se abre

camino entre el viento solar, se halla a unos 100.000 kilómetros por encima de la superficie en que el Sol da vertical. El viento abastece de partículas atómicas los cinturones de radiación que circundan la Tierra. Una racha fuerte, provocada por una llamarada solar, puede tambalear las defensas magnéticas de la Tierra y sumergir partículas dentro de la atmósfera, dando lugar a las auroras y a las dificultades de la radio. Y esta analogía terrestre con los cometas aporta nuevas justificaciones para proyectar instrumentos destinados a atravesar la cola de los cometas y examinar el plasma de primera mano.

Sin embargo, en el viento solar flota otra de esas carcajadas últimas y póstumas. El hombre que descubrió más cometas que nadie antes o después, el ex portero Jean-Louis Pons, fue un hombre nada creído que inocentemente pedía consejo que pudiera ayudarle en su persecución de cometas, costumbre ésta que lo exponía a que le tomara el pelo cualquier golfo sabido. Esa fue sin duda la intención del astrónomo húngaro Franz von Zach. Peter Lancaster Brown, el historiador de los cometas, cuenta que von Zach dijo a Pons que buscara cometas siempre que el Sol apareciera con manchas. Más tarde Pons atribuyó su gran éxito como cazador de cometas a estas política, y el consejo de von Zach resultó ser mucho más cabal de lo que pretendía. Las manchas solares son signos de la violenta actividad magnética del Sol, que da origen a fuertes rachas de viento solar y éstas, a su vez, pueden estimular a los cometas que encuentran, facilitando su detección. Se están haciendo intentos de relacionar algunas misteriosas fluctuaciones del brillo de los cometas precisamente con este efecto.

El carácter del viento solar explica también acontecimientos que asombraron a los astrónomos que han observado los cometas con gran diligencia y que a veces han informado de haber visto como un cometa se desprendía de una cola y echaba otra. Las fotografías del siglo XX han confirmado este comportamiento, que a nada se parece

tanto como al de un reptil que cambia de piel. La razón de que ocurra es desconocida. El magnetismo incrustado en el plasma del viento solar mantiene la misma dirección (del polo norte magnético hacia el polo sur) a lo largo de una gran franja de espacio interplanetario, por la que puede transitar un cometa. Pero conforme el Sol va girando lentamente, bombardea ese sector del sistema solar con plasma magnetizado en sentido contrario. Una vez el cometa y su plasma se han adaptado cómodamente al magnetismo prevaleciente del viento solar, el contacto con la zona de magnetismos contrario da lugar a un caos electromagnético que puede desunir la cola de plasma. "Enormemente importante y emocionante", dicen los especialistas en cometas.

En Moscú, los experimentadores hicieron cometas de juguete con bolas de cera y las sometieron a un simulacro de viento solar: chorros de hidrógeno gaseoso ionizado desplazándose a la exagerada velocidad de 100.000 kilómetros por segundo. El vapor brotaba del modelo de cera y formaba una cola de plasma, con su propio campo magnético incorporado. La materia ionizada de la cola parece alcanzar una velocidad de 10.000 kilómetros por segundo, incluso dentro de las limitaciones del aparato, y el vapor de la cabeza y de la cola brilla igual que un cometa, para contento de todos los participantes.

Mientras que la cola de polvo de los cometas reales se ilumina por la luz solar reflejada, la cola de plasma es fluorescente. Esto quiere decir que viene a ser un tubo fluorescente en que los átomos o moléculas individuales se cargan de energía gracias a la radiación procedente del Sol y luego, con un ligero retraso, liberan la energía en forma de nueva luz. Las moléculas imprimen su sello a la luz, en forma de colores característicos que se definen con mayor exactitud como frecuencias. El amarillo fuerte del sodio, habitual en las luces callejeras, aparece también en los cometas, lo que demuestra que no carecen de ese elemento químico. Pero casi toda la luz visible de la cola de plasma de los co-



Un «megacometa», una de las varias nebulosas parecidas a gigantes cometas que apuntan hacia el centro de actividad de la Nebulosa Gum, una región de formación de estrellas muy alejada en el espacio. La cola tiene una longitud de unos sesenta años luz, más un millón de veces mayor que las de los mayores cometas del sistema solar. Fue registrada por Brand y Hawarden en 1977 en una placa del UK Schmidt Southern Sky Survey (Estudio UK Schmidt del Firmamento Meridional). (Royal Observatory, Edimburgo.)

metas se debe a las moléculas compuestas de dos átomos de carbono. Lo cual no significa que el carbono sea el principal ingrediente del vapor de los cometas, sino sólo que la luz que lanza esa molécula resulta que encaja especialmente bien con el campo de la visión humana.

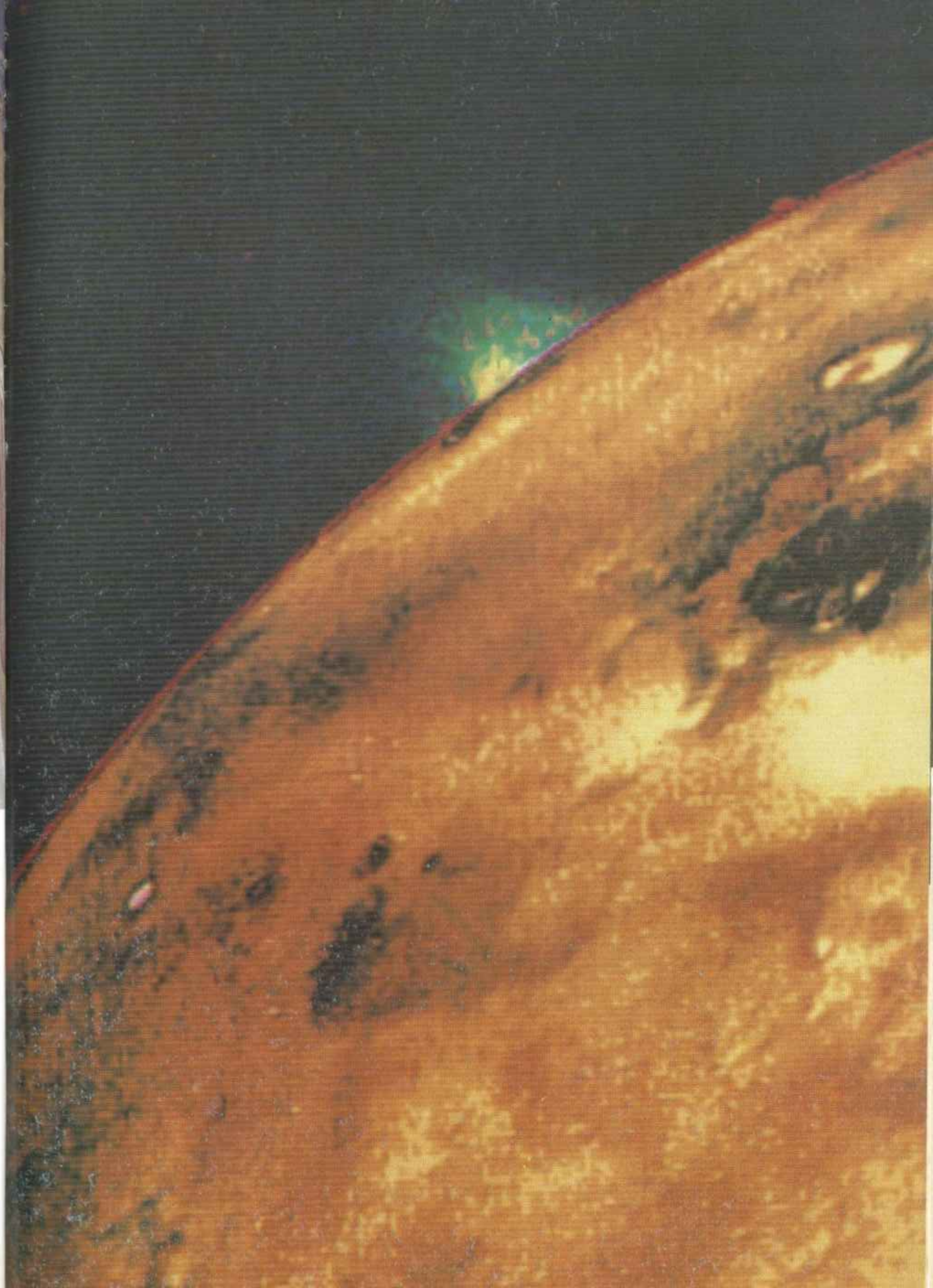


Uno de los primeros retratos del cometa de *Halley*. La aparición de 1066 se observa en el Tapiz de Bayeux como uno de los acontecimientos claves que condujeron a la conquista normanda de Inglaterra; la gente demuestra la consternación que le causa un notorio cometa.



El paso de *Halley* en 1301 aparece en La adoración de los Magos capilla de la Arena (Padua) que pintó Giotto no mucho después de ver el cometa; sirvió de Estrella de los Reyes Magos. Como consecuencia, la misión dirigida al cometa *Halley* prevista por la Agencia Europea del Espacio en 1985-86 se denominará Giotto.

Enfrente: Una remota erupción volcánica dentro del sistema solar nos recuerda un origen de los cometas —falso, con casi absoluta seguridad— con que han jugado los astrónomos durante siglos. Esta explosión en lo, una de las lunas del planeta Júpiter, fue casualmente recogida por un módulo espacial norteamericano, el Voyager I, el 4 de marzo de 1979; el penacho tiene unos 150 kilómetros de altura (Jet Propulsion Laboratory).





El cometa *Bennet* de 1970 visto sobre las nieves suizas. Las reacciones que provocó tipifican la mezcla de sentimientos y sin sentido que rodea a los cometas incluso en el siglo xx. Mientras que los instrumentos situados en el espacio detectaban un grueso volumen de hidrógeno alrededor del cometa, algunos egipcios temieron que se tratase de un arma secreta de los israelíes. (Observatoire de Genève. Fotografiado en Gornergrat, el 26 de marzo de 1970.)

Enfrente: Una llamada de gloria para los japoneses. El cometa *Ikeya-Seki* de 1965 pasó muy cerca del Sol y desplegó una gran cola. Forma parte de la familia de los cometas «filosolares» fruto de la fragmentación de un cometa ancestral. (Jet Propulsion Laboratory/Table Mountain).

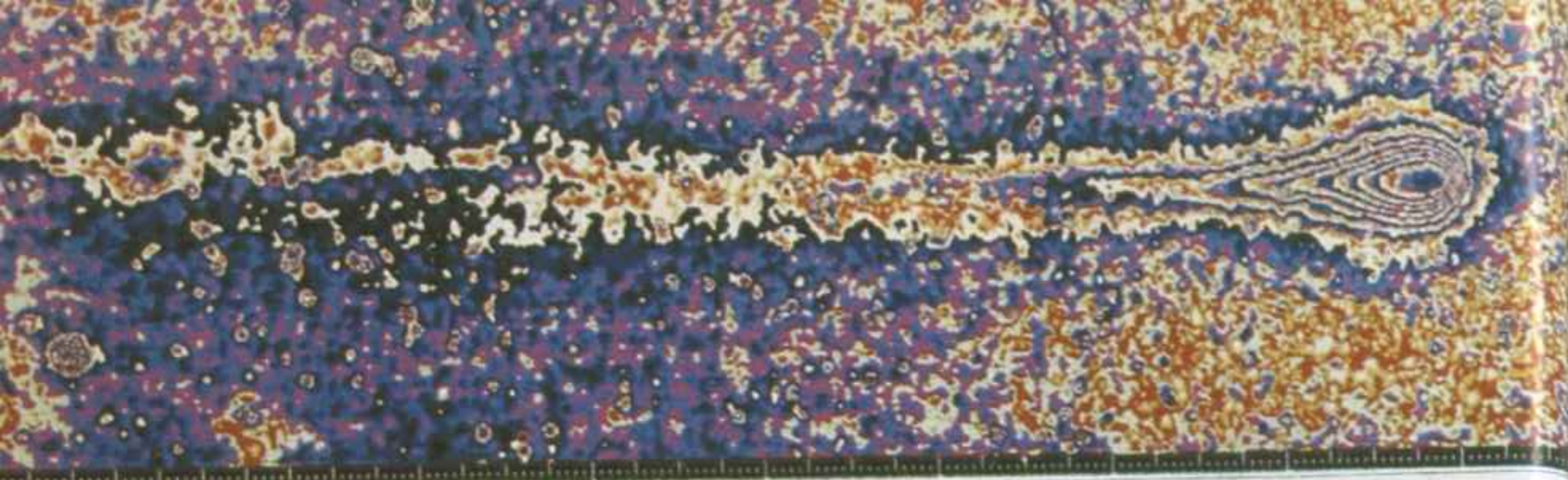


Una herida de la Tierra causada por un impacto cósmico resulta claramente visible en una fotografía desde satélite del cráter de Manicouagan, en Canadá, de 70 kilómetros de ancho y 210 millones de años de antigüedad (fotografía ERTS, cortesía de R. Grieve).



Costa danesa en las proximidades de Copenhague, «el ataúd de los dinosaurios» es la franja oscura situada entre las rocas inferiores de coloración clara (Cretáceo) y las superiores (Terciario). Como se explica en el capítulo VII, este estrato tiene una composición atómica peculiar y se cree que está compuesto del polvo levantado por un cometa u objeto apolo al acer-
tar contra la Tierra. (Foto, cortesía de J. Smit, Universidad de Amsterdam).

El cráter de Manicouagan, de 70 km de ancho, se formó hace 210 millones de años. La imagen superior es una fotografía satelital que muestra el cráter en su totalidad, rodeado por una zona de inundación. La imagen inferior es una fotografía satelital que muestra el cráter en su totalidad, rodeado por una zona de inundación.



El cometa *Kohoutek* de 1973 fue estudiado con algunos de los modernos métodos de análisis que se aplicarán al *Halley* en 1986. La imagen superior es una fotografía hecha el día de Navidad desde la estación espacial Skylab y procesada con computador para representar la luminosidad de las distintas partes del cometa mediante perfiles y falsos colores. (J. Lorre, JPL/IPL). La ilustración inferior son representaciones artísticas de las observaciones visuales del cometa *Kohoutek* realizadas por los astronautas del Skylab, precisamente antes y después de que el cometa rodeara el Sol (en el «perihelio») el 28 de diciembre de 1973. Durante este período el cometa no era visible desde la Tierra. Obsérvese la anticola de la segunda imagen. (NASA).

Para no perder el sentido de la medida con toda esta anatomía y fisiología de las colas de los cometas, recuérdese que son ridículamente tenues. Vistas a través de los cometas, las estrellas no pierden el menor brillo. El polvo de la cola está tan diluido que escasamente se encontraría una motita visible en un espacio del tamaño de una habitación. Incluso teniendo en cuenta el material invisible, un cometa grande y activo puede rezumar unos cuantos cientos de toneladas de vapor y polvo en el curso de una visita al Sol. Si la cifra suena a mucho, téngase en cuenta que es muy inferior al peso del petróleo que consumimos anualmente los mortales; sin embargo, se esparce por volúmenes espaciales millones de veces mayores que la Tierra y se dispersa constantemente en el vacío interplanetario. La más mínima llama de gas en ignición es como acero sólido en comparación y aunque yo no me siento ofendido, como les ocurre a los amantes de los cometas, por la opinión de que la cola de los cometas es puro pedo cósmico alargado, considero que es una exageración.

La combinación humana entre ojo y cerebro es, en un aspecto importante, mejor que las láminas fotográficas que utilizan los astrónomos modernos: puede compensar las diferencias de intensidad de la luz con mayor eficacia. Si se fotografía un cometa con la suficiente exposición para que salga la cola, la cabeza brillante resulta drásticamente sobreexpuesta y muy pocos detalles se aprecian en la imagen. Las técnicas de procesamiento desarrolladas en el Observatorio angloaustraliano de Nueva Gales del Sur consigue mejores detalles en las placas fotográficas y, en algunos casos, las huellas que surgen de los objetos nebulosos, como los cometas, reivindican los dibujos hechos por observadores minuciosos fiándose de la vista.

Pero las fotografías bien cuidadas ponen de relieve rasgos del firmamento que no se habían visto antes y ayudan a mantener viva la vieja rivalidad entre percepción y falsa percepción. Los «megalocometas», o glóbulos cometarios,

son un caso interesante en este sentido, que dicen cosas muy distintas a los distintos astrónomos que observan las mismas placas. En la vecindad de las estrellas recién nacidas y muy calientes, las fotografías tomadas con el telescopio UK Schmidt en Australia durante la década de 1970 presentaban unos objetos de brillo muy débil y forma de cometa. Pero esos objetos tienen un inmenso tamaño, con colas de años luz de longitud, mientras que los cometas grandes del sistema solar sólo tienen diez minutos luz de longitud, más o menos.

Si usted no está especialmente enamorado de los cometas —y hay astrofísicos que guardan las distancias—, el parecido de los cometas con estos enormes caprichos puede parecerle mera coincidencia. Los escépticos pretenden interpretarlos como simples sombras de calor, donde el gas interestelar se resguarda del huracán caliente e invisible de una estrella recién nacida y próxima. Pero si, al igual que otros astrónomos, usted tiene la fantasía de que las mismas estrellas son creadas por los cometas, entonces puede afirmar que estos objetos recién descubiertos son lo que parecen: grandes jefes de la especie cometaria que se congregan ceremoniosamente en el espacio interestelar para iniciar una nueva estrella.

CAPITULO V

Bolas de nieve en el Infierno

Cuando llegue la medianoche del 31 de diciembre de 1985 usted podrá buscar el cometa *Halley* cerca de la estrella Sadachiba, en la constelación de Acuario, según Donald Yeomans del Laboratorio de Propulsión a Chorro (*Jet Propulsion Laboratory*) de California, que es el principal guardián del *Halley* en esta aparición. Limitarse a decir “¡Que viene el cometa!” parecía poco temerario, de modo que Yeomans comprometió su reputación de agorero espacial con la predicción de que el cometa alcanzaría su máxima aproximación al Sol en la tarde del domingo 9 de febrero de 1986 (hora de Greenwich). La primera observación astronómica del cometa en 1982 confirmó esta predicción, si bien la tarde se ha convertido en mañana. Todo aquel que tenga pensado observar con telescopio la llegada del *Halley*, hace años que tiene a su disposición las tablas de Yeomans, que han sido elaboradas utilizando ordenadores y teniendo en cuenta todas las variables conocidas.

El propio Edmond Halley se contentó con decir que su cometa regresaría en 1758, agregando la advertencia de que un encuentro con Júpiter en 1681 alargaría ligeramente su órbita y podría retrasarlo hasta 1759. Un francés aplicado llevó el análisis y la laboriosa aritmética al límite y, teniendo en cuenta a Saturno a la vez que a Júpiter, afirmó que el cometa doblaría el Sol en abril de 1759.

Aunque el hecho ocurrió un mes antes, el ejercicio se consideró un delicado tributo a la maquinaria newtoniana del sistema solar. Los franceses volvieron a hacer cálculos antes de la siguiente aparición en 1835; esta vez tuvieron también en cuenta a Urano y la Tierra y el principal augur tuvo la compensación de que el *Halley* sólo se retrasara cuatro días con respecto a sus cifras. Una tarea aún más exhaustiva se emprendió en Alemania, pero no llegó a concluirse antes de que reapareciera el cometa.

En la carrera de 1910, cuando de nuevo tocaba cometa, los alemanes animaron el aspecto numerológico de la fiebre cometaria poniendo en marcha una lotería sobre el preciso momento de la máxima aproximación al Sol. Los astrónomos británicos se llevaron el premio, luego de escarbar en los archivos históricos todas las posibles claves del comportamiento del *Halley* y sopesar los efectos de Venus y Neptuno. De todos modos, el cometa volvió a retrasarse, esta vez tres días, y los agraviados astrónomos comprendieron que sus cálculos no podían estar tan equivocados.

El cometa se estaba burlando de ellos, aunque no supieran decir cómo. Una teoría, propuesta en la década de 1970, colocaba un planeta grande pero invisible en una singular órbita mucho más allá de Neptuno, precisamente para estorbar al *Halley*. La explicación favorita, utilizada por Yeomans en sus cálculos para 1985-86, es que el *Halley* lleva un motor a reacción para enloquecer a los astrónomos. De manera que, aunque a usted le sea indiferente que el cometa le dé los buenos días al Sol en domingo o en miércoles, quizás pueda interesarle la suerte de quienes tratan

La anatomía de los cometas quedó de relieve en esta fotografía del cometa Halley de 1910. En el centro de la cola de polvo en forma de abanico desplegado había una estrecha cola de plasma «retorcida», mientras que en la cabeza se veía un núcleo brillante. Actualmente se cree que el núcleo del cometa es demasiado pequeño para poder ser apreciado desde la Tierra en forma de masa sólida. (Helwan Observatory.)

de desentrañar la ingeniería mecánica y química de los cometas.

La cabeza de los cometas, también llamada la cabellera, es por regla general más densa y más brillante que la cola. Puede suponer un volumen de materia visible mucho mayor que la Tierra y, en 1969, los astrónomos espaciales norteamericanos y franceses descubrieron que puede ir envuelta en una nube invisible de hidrógeno gaseoso, de mayor volumen que el Sol. No obstante, la cabeza escasamente tiene más sustancia que la cola. La falta de masa de los cometas se percibe en su ineficacia gravitativa: no perturban a los planetas ni a las lunas de los planetas, ni siquiera cuando pasan muy cerca.

Da la impresión de que hay una mota de luz brillante en el centro de la cabellera, y muchas veces los astrónomos han tenido la sospecha de que los cometas tienen un núcleo sólido considerable. En mayo de 1910, la cabeza del *Halley* pasó entre la Tierra y el Sol y una expedición norteamericana se trasladó a Hawaii en previsión del acontecimiento, con la esperanza de ver la silueta del núcleo. Si tan siquiera hubiese tenido una centésima del volumen de la Luna se habría apreciado con claridad. Los astrónomos también hubieran podido quedarse en su casa: no vieron absolutamente nada.

Este resultado negativo sirvió de estímulo para la idea, de una admirable simplicidad, de que la cabeza del cometa podía ser sencillamente igual que la cola de polvo, pero en más. Su brillo general y su brillante núcleo se decía que representaban concentraciones de partículas afines a las más dispersas de la cola. Esta teoría sobre la constitución de los cometas surgió en 1870 y predominó hasta 1950. Henry Norris Russell, de Princeton, la expuso convencido en 1945:

La concepción aceptada de la naturaleza de los cometas es que son enjambres poco densos de partículas diferenciadas,

probablemente de tamaño muy variable, separadas por grandes distancias en comparación con sus propios diámetros.

Se suponía que las pequeñas partículas se movían alrededor del Sol con mayor o menor independencia y que dependían de la similitud de sus órbitas, más que de la mutua gravedad, para mantenerse arracimadas. El nombre que suele darse a esta descripción de los cometas, el arenal volante, es inadecuado porque las partículas de cualquier arenal están mucho más pegadas y, si los cometas fueran así, los granos de polvo aglomerados tendrían muy poca independencia. Buscando un término más adecuado para transmitir la idea de un enjambre fluido de partículas diferenciadas, prefiero denominarlo la granizada orbitante.

La teoría no se habría mantenido durante ochenta años ni se habría defendido en los 1970, de no haber dado explicaciones plausibles de determinadas características de los cometas. En 1953, Raymond Lyttleton, de Cambridge, refinó la teoría y explicó que el Sol, al atravesar el polvo interestelar, congregaba en su estela los cometas de granizo. Lyttleton es un alegre luchador que, pese al creciente aislamiento, ha defendido esta teoría hasta entrada la década de 1980.

La "concepción aceptada de la naturaleza de los cometas" los tiene ahora por bolas de nieve. No dan contraste contra el Sol, se dice, porque son demasiado pequeños: sólo unos pocos kilómetros de diámetro. El hecho de que de un núcleo tan modesto pueda crecer una cabeza flamígera y una cola de poca sustancia pero enorme tamaño, constituye el fundamento analítico para considerarlos un timo. La teoría más reciente consigue abarcar cada vez más aspectos del comportamiento de los cometas y, ante la cortina de fuego de bolas de nieve, las granizadas se largan a ese limbo, situado en algún punto más allá de la nebulosa de Andrómeda, adonde van las teorías astronómicas viejas cuando pierden el favor.

Si usted ve algún coche con matrícula de Massachusetts



Los pioneros de la ciencia cometaria fotografiados con el famoso coche «Comets» (Cometas) de Whipple, en el Smithsonian Astrophysical Laboratory de Cambridge, Massachusetts. De izquierda a derecha: Zdenek Sekanina, Fred Whipple y Brian Marsden. (Smithsonian Astrophysical Observatory.)

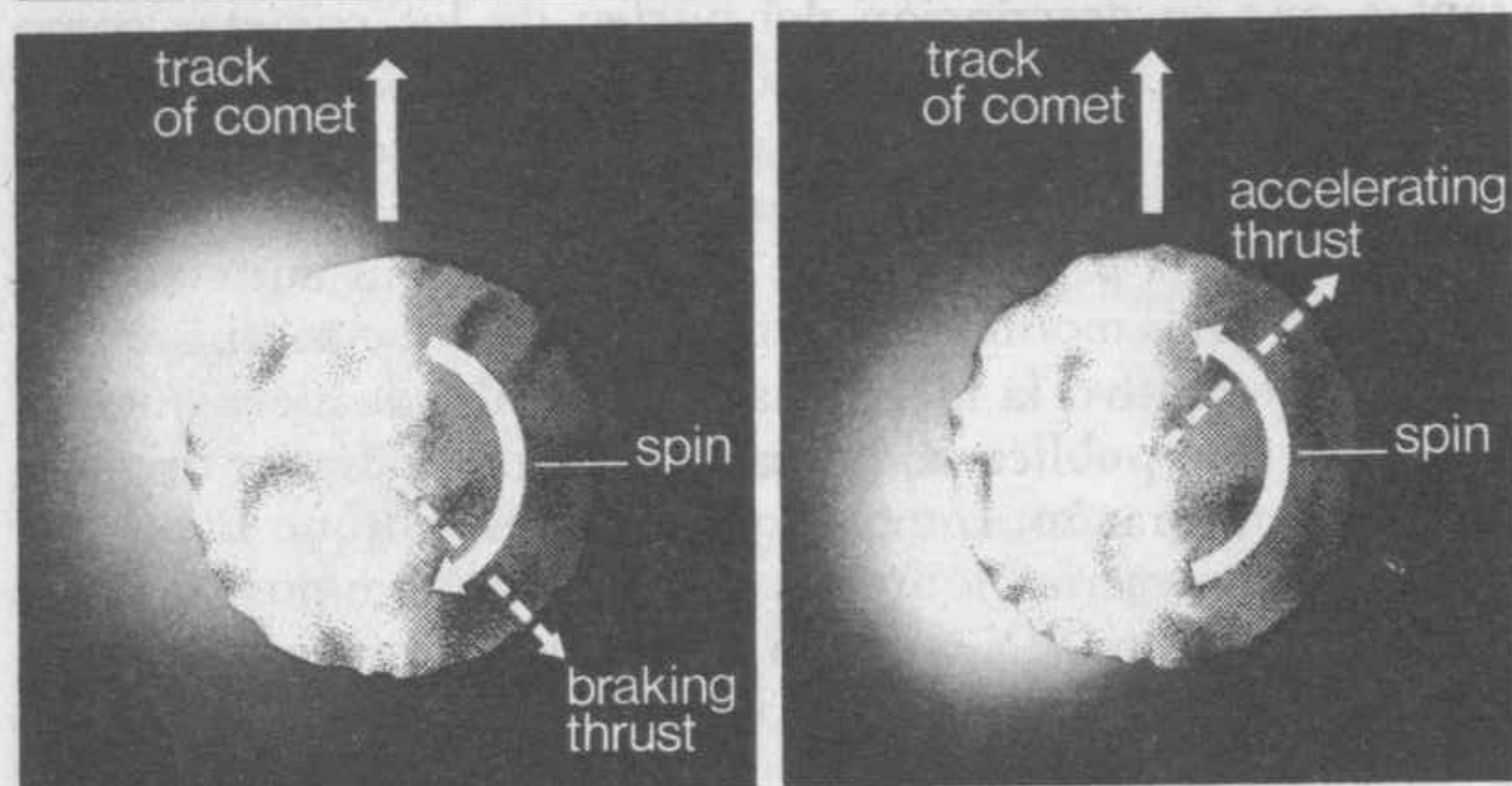
que lleve la palabra COMETS (cometas) en lugar del habitual número, tenga cuidado porque está compartiendo la carretera con un conductor que tiene la cabeza a millones de kilómetros de distancia. Es el creador de las Bolas de Nieve, el maduro pero siempre vital Fred Whipple, que detenta el trono de Villacometas desde hace media generación. Para los amantes de los cometas, los conocimientos de Whipple, como ex director del Smithsonian Astrophysical Observatory y luz rectora del primer programa espacial norteamericano, están fuera de toda duda. Incluso la media docena de cometas que tiene a su nombre son menos impor-

tantes que su descripción del núcleo de los cometas como algo tangible a lo que se podría volar, apoyarse encima, pisar con los pies y utilizar para hacer sucios muñecos de nieve. Voltaire lo hubiera aprobado: hace dos siglos habló de un gigante procedente de Sirio que hacía auto-stop en el sistema solar montándose en los cometas que pasaban.

Whipple cultivó la idea de las sucias bolas de nieve durante años antes de publicarla, pensando que no podía ser original. En eso tenía razón, como ahora sabemos, porque Laplace y otros habían escrito sobre los cometas en términos similares durante el siglo XIX, pero Whipple subestimaba la medida en que los posteriores especialistas en cometas estaban imbuidos de la teoría de las granizadas orbitantes. Cuando publicó su propuesta en 1950 de que los cometas tenían núcleos definidos, compuesto de hielos entremezclados con materiales terrosos, conmovió el mundillo de la cometología. Pero era una teoría con fuerza y explicaba, entre otras cosas, por qué el cometa *Halley* se había retrasado algunos días en 1835 y 1910.

Cometa Encke. Su errático comportamiento ha ocupado un lugar destacado en la teoría de los cometas como bolas de nieve desde su concepción. Reaparece cada 3,3 años y se tienen pruebas de más de cincuenta visitas al Sol. (C. Van Biesbroeck, Yerkes Observatory, 1937.)





DIBUJO: —track of comet = dirección del cometa
braking thrust = tracción de frenado
spin = rotación
accelerating thrust = tracción aceleradora

La principal prueba que adujo Whipple contra las granizadas fue que otro irritante cometa, el *Encke*, había dado docenas de revoluciones documentadas alrededor del Sol en su diminuta órbita. Costaba imaginar, argumentó Whipple, que las pequeñas partículas de la granizada sobrevivieran a las repetidas exposiciones al intenso calor solar y continuaran expidiendo polvo y gas. Pero si el núcleo de los cometas fuese un cuerpo compacto, una gran bola de nieve sucia, proporcionalmente perdería menos de su masa total en cada exposición al Sol. La bola de nieve sería incomparablemente mayor que las partículas de la granizada, al mismo tiempo que mucho menor que la cabeza brillante del cometa.

Una cuestión más sutil sobre el *Encke* era su comportamiento impredecible. Tendía, en cada revolución, a perder parte de la fuerza motriz y a acomodarse en una órbita menor y más corta: un cambio que la gravedad no explicaba por sí sola. El propio Johann Encke encontró que el cometa reba-

saba el Sol dos horas y media antes en cada nueva órbita de tres años de duración, y se preocupó por el asunto. En 1950, aunque el efecto había disminuido algo, el cometa seguía alcanzando el perihelio una hora antes de tiempo. ¿Perdía el *Encke* energía en alguna clase de éter viscoso que llenaba el espacio interplanetario? Esta explicación fue desechada dado que otros cometas, entre ellos el *Halley*, ganaban impulso, lo que alargaba sus órbitas y les hacía comparecer retrasados a su cita. Para aportar otra fuerza, distinta de la gravedad, que afectara a los cometas, Whipple demostró cómo se podía hacer un motor a reacción con una bola de nieve.

Para comprenderlo, imagínese que es usted un muñeco de nieve sujeto a la superficie helada del cometa cuando éste se acerca al Sol, y que está usted preocupado por cuándo le hervirán los sesos. Al igual que la Tierra, o virtualmente cualquier otro objeto del universo, la bola de nieve en cuestión va rotando alrededor de un eje y usted experimenta la alteración del día y la noche conforme la parte del cometa donde se halla está al lado del Sol o a la sombra. Las noches son muy frías, pero al amanecer le calientan los rayos de Sol. La nieve que le cubre la cabeza no se deshace; las capas superficiales se evaporan (subliman) directamente al espacio. Su descomposición se inicia lentamente por la mañana, pero se acelera conforme pasan las horas, cuando el calor que absorbe al mediodía se refuerza con la continuada luz solar. En resumen, la superficie del cometa exuda la máxima cantidad de vapor durante la siesta.

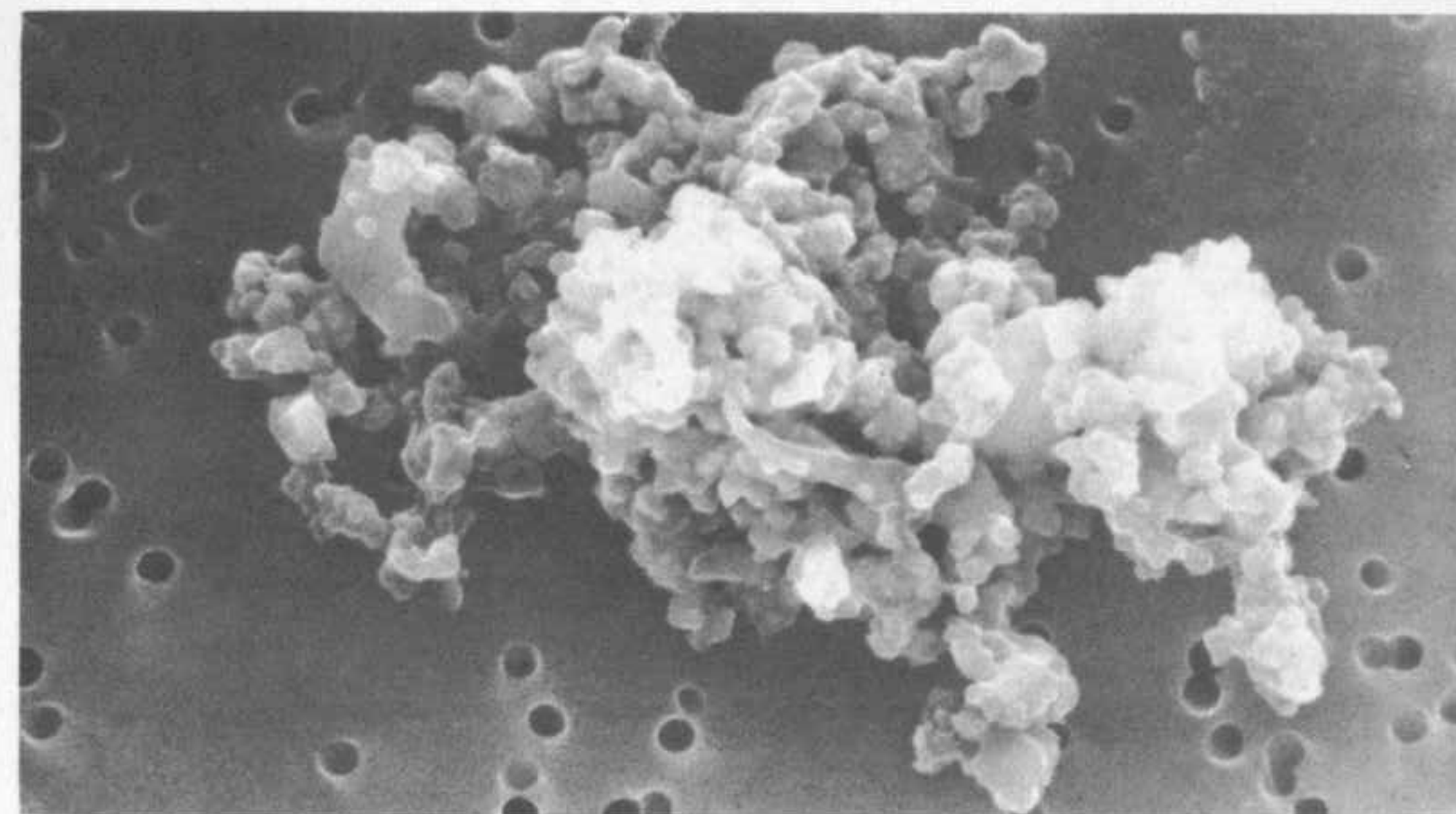
La consecuencia, en la teoría de Whipple, es que se concentra un chorro de vapor en dirección del firmamento de la tarde, según el horario del habitante del cometa. Al igual que los motores de control de las naves espaciales, el vapor impulsa al cometa en dirección contraria. En parte, aleja el cometa casi imperceptiblemente con respecto al Sol, pero además el empuje también puede actuar como freno o como acelerador. Depende de si el hervor de la tarde se produce en la delantera o la trasera con respecto

a la dirección del movimiento del cometa; esto depende a su vez del sentido en que rote el cometa.

La rotación del *Encke* es en sentido "equivocado", de forma que su motor a reacción destruye parte de su fuerza motriz y le hace caer en una órbita menor. El *Halley* gira sobre sí mismo en el sentido "correcto" y gana energía en la pequeña medida en que confundió a los pronosticadores del cometa en 1910. Puesto que el sentido de la rotación es aleatorio, la teoría de la bola de nieve predice que la mitad de los cometas deben ganar y la otra mitad perder fuerza por efecto de reacción; una muestra de más de treinta cometas con órbitas afectadas muestra actualmente que las cosas ocurren de ese modo.

¿Cómo ocupa sus horas laborables el Creador de las Bolas de Nieve? Pasemos los treinta años transcurridos desde que Whipple invocó el *Encke* al formular su teoría, y veamos qué han hecho Whipple y sus colegas Zdenek Sekanina y Brian Marsden con ese mismo cometa en 1980. Después de complicados análisis por computadoras, para adaptar el modelo de la bola de nieve a los datos sobre el errabundo comportamiento del *Encke* durante los dos siglos en que se le ha observado, el cometa parece ser pío.

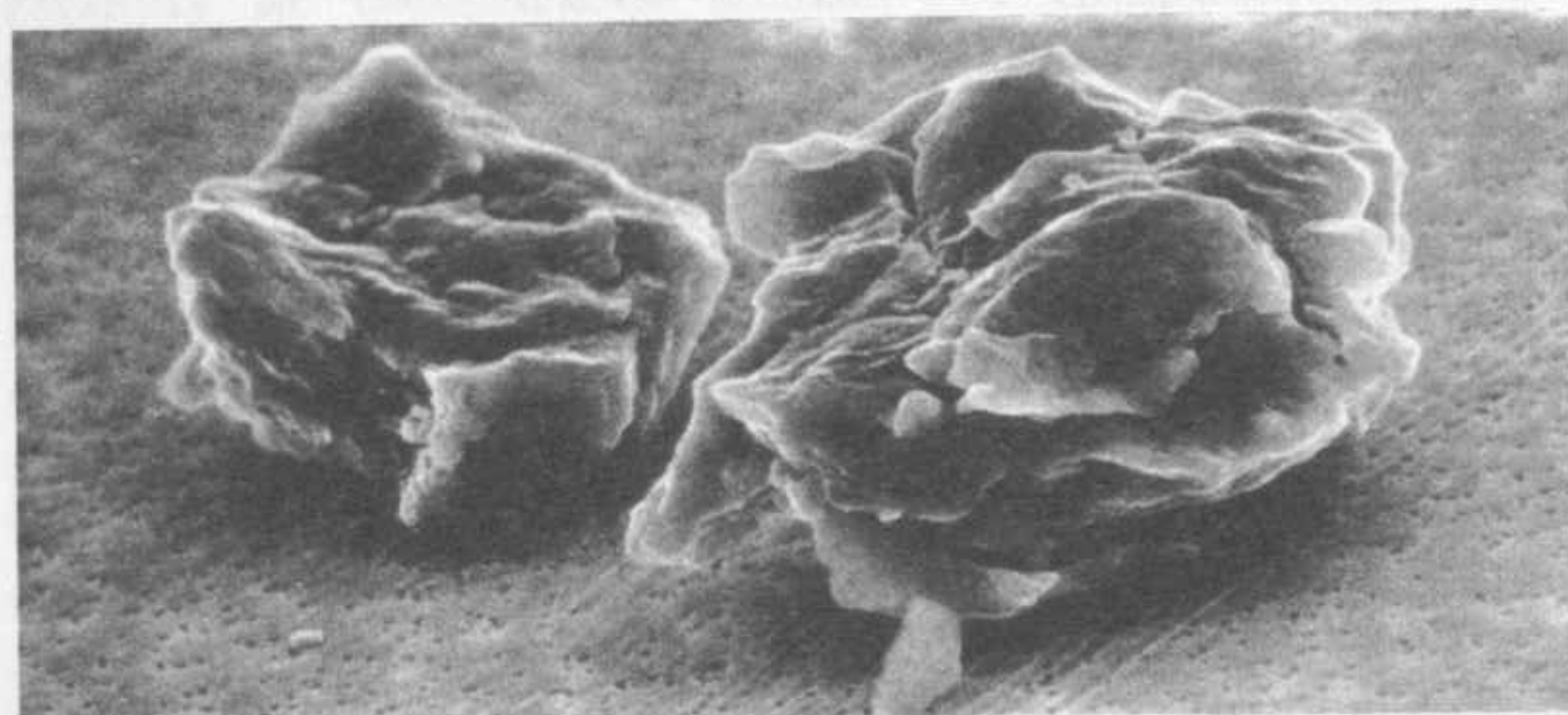
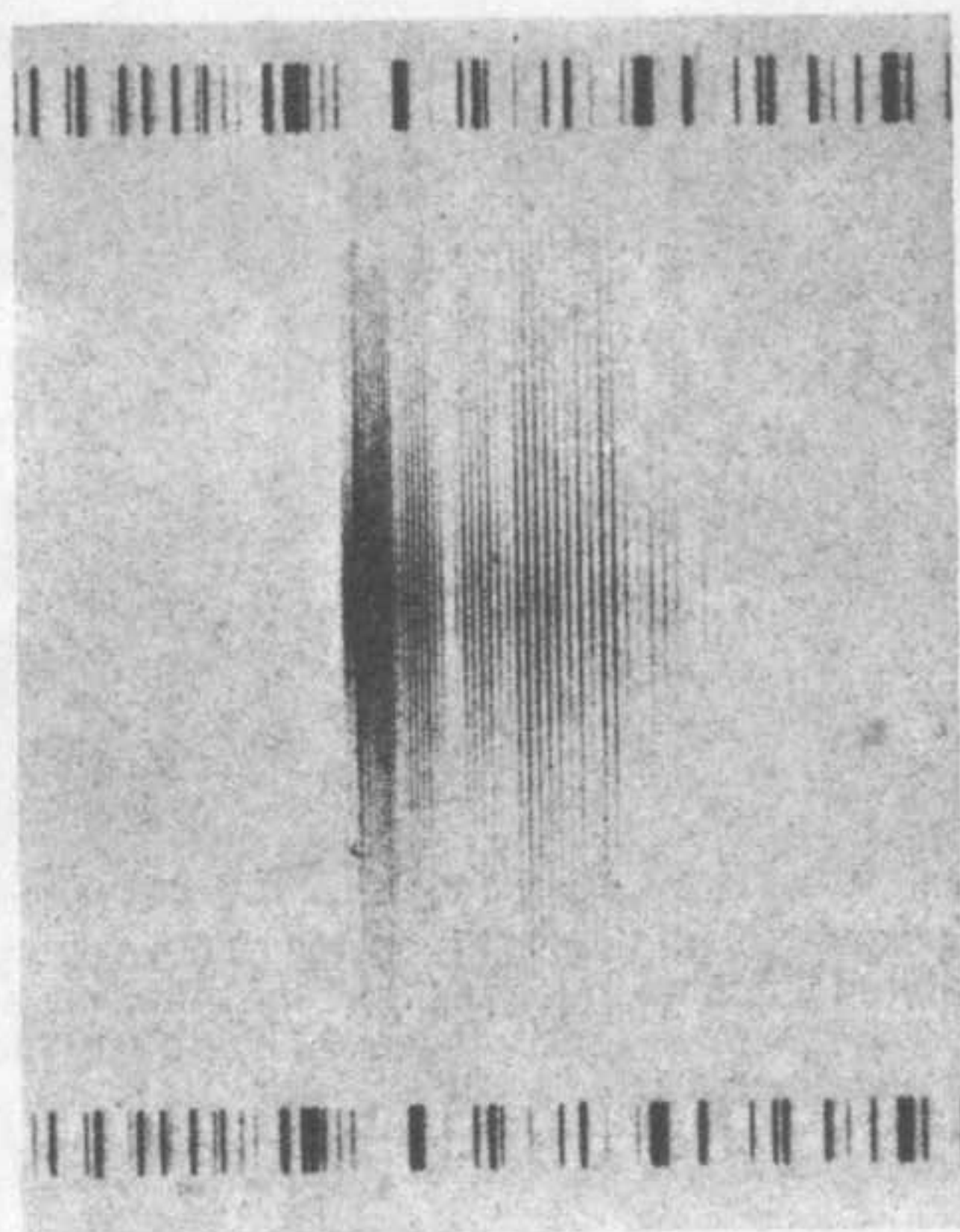
El núcleo del *Encke*, así lo sugieren Whipple y sus colaboradores, es una bola de nieve toscamente labrada pero casi esférica, de unos dos kilómetros de diámetro y que da una vuelta alrededor del eje más corto cada 6 horas y media. Una zona polar es brillante y activa, la otra muy oscura, probablemente revestida de polvo durante la temporada de hace varios siglos en que ese extremo no vio ponerse el Sol. El eje de rotación del *Encke* va desplazándose gradualmente alrededor de la bola, como en el caso de una peonza o giróscopo que comienza a vacilar. La cambiante dirección de la inclinación explica que la actividad frenadora del motor de reacción sea mucho menos eficaz en nuestro siglo que en la época de Johann Encke. En 1990, el chorro se convertirá en acelerador en lugar de frenador. Son estas



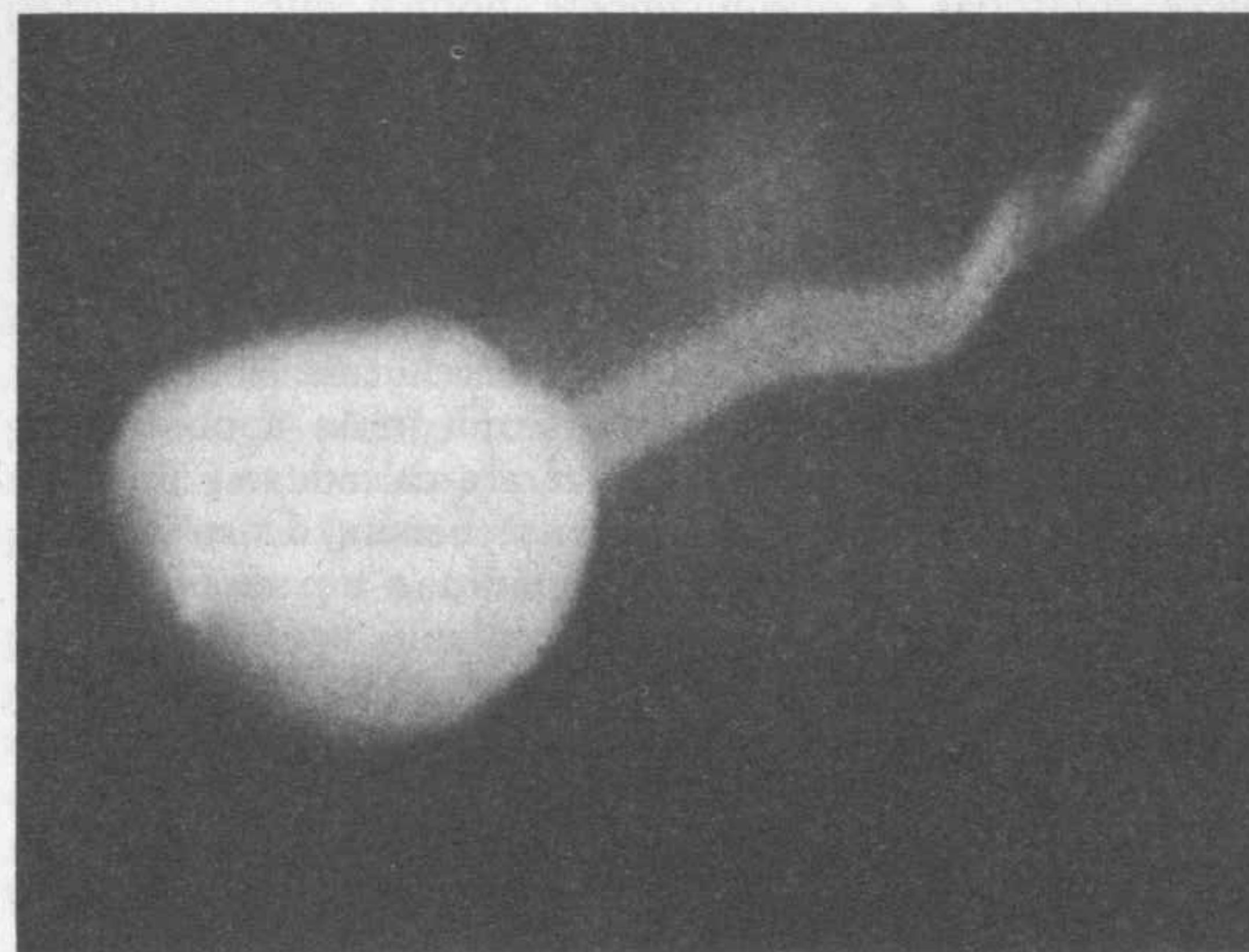
Polvo cometario: pequeñas partículas recogidas por el avión U-2 de la NASA volando a gran altitud y que se muestran con unos diez mil aumentos. Entre sus componentes se hallan silicón, magnesio, hierro y carbono. (D. Brownlee, University of Washington.)

sutilezas las que sostienen a los observadores de los cometas a las cuatro de la madrugada.

Haga girar una bola pía y le hará guiños rítmicos, lo mismo que un faro. Por ejemplo, se piensa que un púlsar es una estrella rotatoria colapsada con manchas brillantes formadas por los polos magnéticos. Y el cometa pulsante *Donati* de 1858, si bien resulta peliagudo para la concepción de que los cometas son granizadas, resulta una pieza fácil para los partidarios de la bola de nieve. El *Donati* expelía una sucesión de halos brillantes, que se iban expandiendo por el lado que daba al Sol. La versión granizada precisaba de enjambres de partículas que convergieran y chocaran unas contra otras como pedernales y liberaran vapor y polvo muy fino. Esto se había experimentado en un túnel de viento y, lo que es sorprendente hasta cierto punto, había funcionado, pero no explica la regularidad con que surgían los halos, a intervalos siempre múltiplos de 4,6



Prueba de la presencia de gas venenoso en un cometa. Las pruebas de la presencia de materiales concretos se consiguen, sobre todo, mediante las frecuencias (o longitudes de onda) características de la luz que emiten. En este caso, la traza de cianógeno aparece con toda claridad en el espectro de la luz del Kohoutek analizada en enero de 1974. El descubrimiento de cianógeno en los cometas fue la causa de gran parte de la alarma que cundió al aproximarse a la Tierra la cola del Halley en 1910. (Observatoire de Haute Provence, CNRS.)



Bola de fuego de un meteorito caído en Nuevo México en marzo de 1933, captada por un fotógrafo aficionado. (American Meteorite Laboratory, Denver, Colorado.)

horas. En palabras de Whipple, "El *Donati* funciona como un reloj durante tres semanas". Si el núcleo del *Donati* fuese una bola de nieve que girara sobre su eje cada 4,6 horas, y en cada rotación expusiera a los rayos del Sol un punto muy volátil, el rompecabezas quedaría solucionado.

En cuanto a la desintegración de los cometas en dos o más cabezas distintas, la teoría de la bola de nieve aporta respuestas más prontas que la teoría de la granizada. Si bien es fácil imaginar que una granizada orbitante se desintegre y disperse debido a mareas periódicas y a la presión de la luz solar, parece difícil que dé lugar a cabezas distintas pero coherentes. Por otra parte, en el caso de las bolas de

nieve rotatorias es absolutamente normal que las fuerzas centrífugas, la liberación explosiva de gases o los efectos periódicos del Sol en forma de mareas, las fraccionen de vez en cuando.

El brillo que con frecuencia acompaña la escisión se explica por la exposición al calor solar de nuevas superficies de materias muy volátiles.

En cuanto la sucia bola de nieve denominada Halley reapareció en 1982, los astrónomos se pusieron a observarla detenidamente antes de que empezara a calentarse y producir su vaporosa cabellera como consecuencia de su acercamiento al Sol. Basándose en medidas de su brillo, el astrónomo inglés David Hughes calculó en 1984 que su diámetro debería ser de unos 9,4 kilómetros y su masa de unas 220.000 millones de toneladas. También anunció que su forma era parecida a la de un limón, y que giraba sobre sí mismo. Hughes calculó también que el Halley pierde una capa de unos dos metros de profundidad en cada visita al Sol. A partir de las imágenes tomadas con un telescopio de rayos infrarrojos, Dale Cruikshank, de Honolulu, calculó que el cometa tenía que ser mucho mayor —unos 20 km de diámetro—. Tomando como base datos obtenidos en 1910, otros astrónomos han estimado que la mitad de la masa del cometa está formada por polvo, que un 40 por ciento de la misma es vapor de agua, y que el diez por ciento restante está constituido por otros materiales volátiles. Se cree que estos constituyentes están bien mezclados, de modo que los vapores que se exhalan como consecuencia del calor del Sol arrastran consigo el polvo.

Todas estas estimaciones estarán sujetas a revisión en los próximos meses, pero no es de suponer que sufran cambios radicales.

Los entusiastas de la máquina de vapor pueden haberse dado cuenta ya de que las principales emanaciones de los cometas son vapor del hielo evaporado mezclado con espeso humo de polvo. Pero en cuanto ha realizado su trabajo de

propulsión a chorro, este vapor de agua es dividido por los rayos ultravioletas del Sol en los átomos que lo componen. Los espectroscopios de los astrónomos detectan poca agua en la cabeza de los cometas. Los granos de silicatos del polvo eluden el desmembramiento, excepto en los cometas filosolares, pero todas las demás moléculas volátiles de todos los cometas sufren la misma degradación rápida que el agua. Algunos fragmentos químicos reaccionan simultáneamente para producir nuevos compuestos. En conjunto, la composición de la cabeza y de la cola de los cometas tiene poco parecido con la química interna de una bola de nieve.

Después de que el cometa virgen *Kohoutek* fuera analizado por radio y por luz visible, ultravioleta e infrarroja, los componentes detectables de los cometas en general se pueden resumir en una palabra: nocivos. Ingredientes venenosos, como el ácido cianhídrico, el cianuro de metilo y el monóxido de carbono, ocupan el primer plano, entre radicales hidroxílicos (OH) y otras combinaciones de hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre. Nueve elementos metálicos —sodio, hierro, cobre, etc.— han sido identificados, como mínimo. Dando vueltas a estos productos conocidos, Armand Delsemme, de Toledo (EE.UU.), sospecha que quizás el seis por ciento de la masa de los cometas consista en anhídrido carbónico y monóxido de carbono congelados, y otro uno por ciento en cianuros y otros compuestos de carbono más complejos. De momento, no se ha detectado alcohol en ningún cometa, pero me sorprendería que no se descubriera en el *Halley*.

Hay abundante alcohol en el espacio interestelar. Desde la década de 1960, los telescopios de radio y de infrarrojos han identificado más de cuarenta productos químicos en las nubes de gas y polvo, entre ellos muchos compuestos orgánicos, basados en el carbono, que los terrícolas solemos asociar con la vida y la muerte: alcohol, ácido fórmico, formolaldehído, etc. Pero son productos de una química aleatoria, parejos a las rocas y al hielo originales que formaron los

¡QUE VIENE EL COMETA!

planetas que giran alrededor del Sol. Incluso en el caso, como afirman algunos, de que el polvo interestelar pudiera contener granos de celulosa, como los de la madera, no sería necesario suponer que alguna especie alienígena tiene en marcha una serrería por allí. Los cometas no pueden haber omitido echar a bordo alcohol y toda clase de materias primas durante su formación, y probablemente renuevan sus suministros en los posteriores encuentros con nubes interestelares.

Por tanto, pueden entenderse los cometas como mensajeros del pasado, que transportan materiales procedentes del disco de polvo originario con que se formó el sistema solar, y también procedente de las nubes interestelares, y lo introducen en el reino de los planetas interiores, y quizás en la misma superficie de los planetas. Una posibilidad es que la Tierra adquiriera sus océanos y la primera atmósfera gracias a los múltiples impactos de la Era de los Cometas, en lugar de que ocurriese gracias a los volcanes, como ha supuesto una teoría menos retorcida. De haber sido así, al mismo tiempo hubiera llegado un abundante abastecimiento de compuestos del carbono, que quizás hubiesen participado en la aportación de materias primas a partir de las cuales se originaría la vida. A tanto tiempo de los hechos, es difícil identificar el papel de los cometas en la química de los comienzos de la Tierra, pero hay otros métodos menos directos pero más sistemáticos de transferir el material cometario a nuestro planeta.

Incluso cuando el *Halley* está muy alejado en el curso de su peregrinación de 76 años por el sistema solar, deja un recuerdo en forma de dos chaparrones anuales de meteoros, de estrellas fugaces. La cola de los cometas salpica su órbita de granos de polvo como el confeti que acompaña las bodas, y estos granos siguen circulando, aunque sean invisibles. En último término se extienden por toda la órbita, de modo que todos los años, en octubre y a comienzos de mayo, cuando la Tierra pasa por las cercanías de la órbita

del *Halley*, los granos de polvo de mayor tamaño caen como una lluvia, dejando rastros brillantes en el firmamento nocturno. Un fragmento del tamaño de una cabeza de alfiler da lugar a todo un espectáculo, al "arder" por efecto de la fricción con la atmósfera terrestre alta, a un centenar de kilómetros de altura.

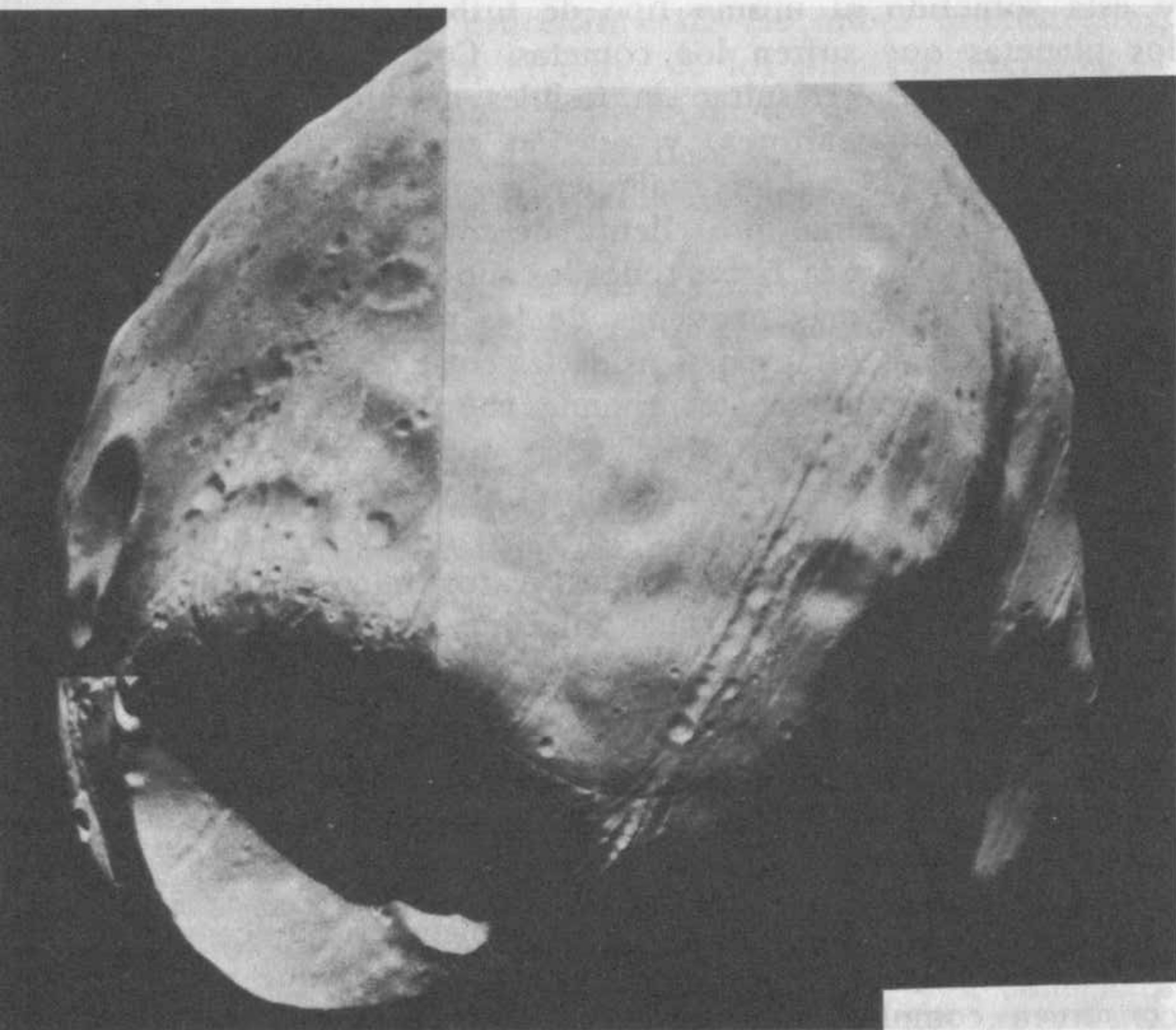
Otras lluvias anuales de meteoros, famosas entre los astrónomos, corresponden con las órbitas de otros cometas, conocidos y extinguidos, y el radar puede detectar las lluvias de meteoros incluso cuando hay Sol: por ejemplo, un chaparrón diurno y regular de finales de junio se asocia con el cometa *Encke*. Pero el polvo se dispersa constantemente y está sometido al mismo tipo de fútbol gravitatorio de los planetas que sufren los cometas. Con el tiempo, los hijos abandonados resultan imposibles de identificar con sus cometas progenitores, y pueden tropezar individualmente con la Tierra en cualquier momento. Cientos de toneladas de material procedente de meteoritos se posan discretamente sobre la Tierra todos los años.

Las partículas más pequeñas de los meteoritos, probablemente las más características de las colas de los cometas, no se ponen incandescentes cuando chocan con la atmósfera terrestre, sino que descienden suavemente. Donald Brownlee, de Seattle, ha utilizado un avión U-2 de alto techo para recoger partículas de polvo que se consideran diminutos fragmentos de cometas. Estos micrometeoritos se caracterizan por tener una centésima de milímetro de grosor y vistos al microscopio parecen huevos de pez. Materiales parecidos se han rastrillado con imanes en el fondo de los océanos, adonde sin ninguna duda han descendido. La composición de las partículas de Brownlee es similar a la de los objetos más antiguos que conoce la ciencia, los meteoritos pedregosos ricos en carbono.

Grandes trozos de escombros interplanetarios alcanzan al suelo terráqueo en forma de meteoritos porque no se consumen completamente en la atmósfera, pese a entrar

a gran velocidad. Quizás lleguen todos los años a la superficie un centenar de toneladas y unos pocos gramos se recogen para los museos. En 1794, el distinguido químico francés Antoine Lavoisier escribió una memoria donde sostenía que los meteoritos probablemente no procedían de fuera de la Tierra; en seguida fue decapitado por la guillotina de los revolucionarios, si bien no por esa razón. La inves-

Fobos, uno de los satélites del planeta Marte, ejemplo de la forma que puede presentar cualquier otro cuerpo del sistema solar, desde los asteroides del cinturón principal, pasando por los apolos, hasta los núcleos de los cometas (Mosaico del Viking Orbiter I, 1978). (Space Frontiers Limited.)

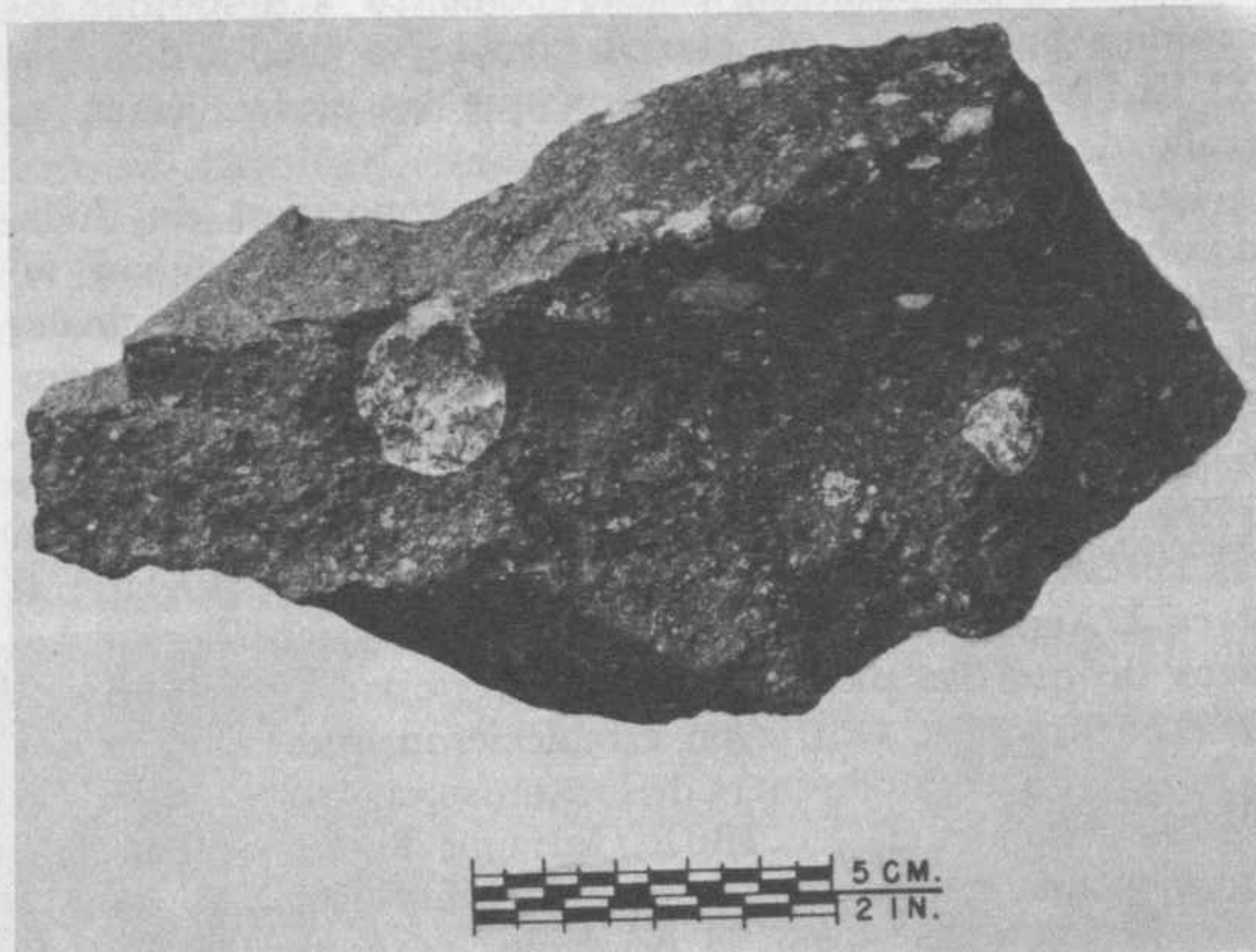


tigación de la polución celeste comenzó a desbordar los estudios puramente cometarios cuando, a finales del siglo XVIII, los científicos aceptaron que las piedras caían en realidad del espacio cósmico.

Las piedras en cuanto tales eran conocidas, sin duda, desde la prehistoria y nuestros antepasados estaban familiarizados con el hierro en las formas metálicas originales de determinados tipos de meteoritos. Pero el mismo nombre de "meteorito", con idéntica raíz que meteorología, implica un origen atmosférico antes que cósmico. Entre 1794 y 1803 una sucesión de caídas bien observadas en las cercanías de Siena (Italia), en Scarborough (Inglaterra) y en L'Aigle (Francia) convencieron a los científicos europeos de que las piedras eran extraterrestres. En 1798, los investigadores de Göttingen establecieron que los meteoros también procedían de fuera de la atmósfera.

Por coincidencia, en 1801, Giuseppe Piazzi, de Palermo, localizó una nueva clase de objeto en un lugar muy remoto del sistema solar. Según el principio, "si se mueve, llámale cometa", en un primer momento creyó haber descubierto un cometa sin cola: pero resultó ser un pequeño planeta. Ceres, lo bautizó Piazzi, y fue el primero y el mayor de los muchos planetas menores clasificados como "asteroides" por William Herschel, que se han descubierto dando vueltas alrededor del Sol en un amplio cinturón situado entre Marte y Júpiter. En la actualidad se cree que los asteroides oscilan desde unos mil kilómetros de diámetro hasta pedazos de roca del tamaño de una montaña e incluso de un puño. La suma total de sus masas viene a ser una doscientosava de la masa de la Tierra.

Así pues, las variedades de basuras que conocemos en el sistema solar se cuadruplicaron en unos cuantos años alrededor de 1800: a los cometas se unieron los meteoros, los meteoritos y los asteroides. Que los cometas eran la fuente de los meteoros se hizo evidente a mediados del siglo XIX, pero no hubo una vinculación indiscutible con



En el meteorito de Allende, rico en carbono, los puntos blancos pueden representar algunos de los materiales sólidos más antiguos y primitivos que participaron en la formación del sistema solar. Las peculiaridades de su composición atómica indican que son residuos de la explosión de una estrella y que pueden haber constituido una fuente especial de calor radiactivo para los meteoritos y los cometas. (Smithsonian Institution.)

los meteoritos hasta 1932, cuando Karl Reinmuth, de Heidelberg, descubrió otra clase de planeta menor, que no estaba bien aparcado más allá de Marte, sino que cruzaba la órbita de la Tierra. Se le llamó Apolo y fue el primero de una nueva clase de asteroides, más convencionalmente denominados "apolos" para distinguirlos taxativamente de los asteroides normales del cinturón situado entre Marte y Júpiter. La única objeción al término es que implica una concepción egocéntrica, siendo así que esta clase de objetos incluye en realidad los del tipo Amor, que se acercan más

que Marte sin llegar a alcanzar la órbita de la Tierra. Mientras que el cinturón de asteroides tiene por regla general nombres femeninos, los apolos, al igual que su prototipo, son en su mayoría masculinos, aunque esta discriminación se ha roto en los últimos nombres.

Una teoría los interpretaba como asteroides normales o bien fragmentos desalojados de su órbita normal más allá de Marte. Pero las colisiones con los planetas y el fútbol gravitatorio que lanza los apolos fuera del sistema solar, los despeja constantemente y el principal cinturón de asteroides parece incapaz de mantener el suministro. Los cometas pueden fácilmente explicarlos, si suponemos que la mayoría son cometas que se han quedado sin vapor. Esta teoría recibió un gran apoyo cuando en 1983 el telescopio de infrarrojos del satélite IRAS detectó un nuevo apolo. La órbita de este objeto, denominado 1983 TB, coincide con la de los meteoros que producen la llamada «lluvia de las Geminidas», y que probablemente constituyen el rastro de un cometa difunto.

Algunos de los meteoritos mejor conocidos, mucho más pequeños que los apolos y que se encuentran alojados en los museos de todo el mundo, pueden ser fragmentos de cometas o de apolos. Los candidatos más fuertes son los primitivos meteoritos de piedra ricos en carbono y en compuestos de carbono. Los astrónomos ven los cometas vomitando fragmentos grandes y pequeños, y visualizan tanto a los cometas como a los apolos chocando con los asteroides normales del cinturón principal. En estos procesos podrían producirse meteoritos de todos los tamaños y tipos, pero dado que sin duda muchos meteoritos se han fundido hace mucho tiempo, persiste entre los especialistas la idea de que la fuente debe haber sido un gran asteroide o un pequeño planeta, de como mínimo muchos kilómetros de diámetro, que estalló. Para nuestros actuales propósitos basta con suponer que *algunos* meteoritos se originaron a partir de cometas, con lo que los cometas contendrían

frágiles agregados pedregosos. Esta es su contribución, junto al polvo de meteorito, a la polución general del interior del sistema solar.

Al interpretar los cometas de esta forma, la atención se centra, desde el punto de vista práctico, en las maneras en que esta polución puede dañar físicamente a los habitantes de la Tierra. Las principales propuestas a examinar son las de quienes sostienen que los cometas son dañinos para la salud: (1) porque su enjambre de meteoros contiene gérmenes peligrosos y (2) porque los grandes impactos de los cometas o de los apolos procedentes de cometas pueden causar gran mortandad en la Tierra. Situar los cometas en su sitio dentro del ciclo de los desechos es también el mejor remedio para las supersticiones de la fiebre del cometa. Nadie tiene necesidad de confundir un montón de chatarra incrustado en hielo con un mensaje personal de Dios.

Hay suficientes recetas de bolas de nieve cometarias para abastecer una heladería, y en este sentido tal vez la teoría sea demasiado acomodaticia. El brillo de los cometas hace pensar a Delsemme que las "nuevas" bolas de nieve típicas tienen tres quilómetros de diámetro mientras que las grandes podrían ser centenares de veces mayores, quizás de unos veinte kilómetros de grosor. Otros astrónomos sospechan que el cometa de 1729 podría haber tenido más de cien kilómetros de diámetro. Los únicos ingredientes esenciales de las "bolas de nieve sucias" (o "bolas de suciedad nevadas") son mucha agua helada y polvo de piedra, más algunos condimentos a base de carbono, nitrógeno, etc. Aparte de lo dicho, la imaginación del confitero no tiene límites. Puede conseguir una mezcla coherente, hielo y polvo a todo pasto, o bien, cual escolar travieso, puede esconder una gran piedra dentro de la bola de nieve. O bien tiene libertad para desperdigar piedrecitas por toda la mezcla, a la manera de la angélica y las nueces machacadas de una *cassata*. Luego puede tener el gusto de adornar el exterior con jorobas,

grietas y cráteres, y colocar bolsas de gases o materiales muy volátiles bajo la superficie.

¿Son las bolas de nieve de color fresa? El material pedregoso del núcleo de los cometas puede estar coloreado de rojo muy desvaído, según los astrónomos planetarios de la Universidad de Cornell, pues ése es el color de los llamados asteroides troyanos, pequeños objetos de nombres homéricos que se agrupan a intervalos determinados alrededor de la órbita de Júpiter. Estos astrónomos creen que los troyanos están estrechamente emparentados con los cometas. Su color lo reproducen muy bien los compuestos de carbono encerado denominados querógenos que se encuentran, en la Tierra, en el alquitrán de hulla y también en los meteoritos. Mezclados con agua, el resultado sería, en mi opinión, un rosa débil.

A falta de reglas fijas, el método de congregarlos es también cuestión de gusto. La débil gravedad, la soldadura al vacío y los enlaces químicos son los principales procedimientos de mantener unidos los ingredientes. Vista la propensión de los cometas a desintegrarse, no puede descartarse un ensamblaje laxo de varias bolas de nieve. Algunos teóricos hacen que los cometas nazcan en el sistema solar y los dejan rigurosamente a solas en el congelador de la nube de Öö hasta que llega el momento de servirlos a los espectadores situados cerca del Sol. Otros rocían una y otra vez sus bolas de nieve con hielo, polvo y condimentos cada vez que el Sol atraviesa una nube de polvo interestelar.

Para quienes prefieren las bolas de nieve guisadas, hay varias posibles fuentes de calor: los choques entre cometas, o entre cometas y granos de polvo, las calientan sin deshacerlas del todo; las reacciones químicas entre los componentes de los condimentos; y la radiactividad del polvo y las piedras. Prosigamos por un momento esta última y más interesante posibilidad: en 1969 cayó en México un gran meteorito rico en carbono y se descubrió que contenía

fragmentos blancuzcos, de hasta un centímetro de grosor, compuestos de minerales ricos en calcio, aluminio y titanio, exactamente lo que los especialistas hubieran contado con encontrar en el primer enfriamiento de una nube de polvo y gas de los alrededores del recién nacido Sol. Pero durante los primeros años de la década de 1970, el material blanco resultó tener ciertas peculiaridades en su composición atómica que inspiraron la nueva historia de que el sistema solar se formó poco después de la explosión de una estrella cercana. En esta narración, se afirma que los fragmentos blancos son producto de las andanadas de gas disparadas como consecuencia de la explosión, como si, en la agonía, la estrella fabricase nuevos suministros de los elementos necesarios para formar planetas, cometas, meteoritos y, en último término, seres vivos. También había una dosis superior a lo normal de radiactividad, sobre todo en el aluminio radiactivo, lo que incrementaba en buena medida las fuentes internas de calor disponible para fundir los materiales en el caso de objetos bastante pequeños como, por ejemplo, los cometas.

Por regla general, se supone que el guisado terminó hace mucho tiempo y que el agua que puede haberse derretido dentro de los cometas se considera más que congelada. Cabe pensar que la naturaleza pone en práctica todas las recetas, en uno u otro cometa, y que ninguna de estas variaciones afecta al comportamiento más evidente de los cometas. Pero las distintas posibilidades, como veremos, guardan relación con la cuestión de si la viruela procede de los cometas.

En resumen, la teoría de Whipple sobre los cometas despacha las bolas de nieve hacia el interior, pasando de la frialdad de la nube de Öö al infierno de las vecindades del Sol. Allí padecen decadencia y desintegración. Pierden el polvo de la cola, dando lugar a meteoros y micrometeoritos. Pueden romperse, engendrando múltiples cabezas, y también desprenderse de fragmentos menores que parecen

ser el origen de ciertos tipos de meteoritos. Si un cometa es retenido en el interior del sistema solar, gastará el hielo y dejará de ser cometa, pero continuará orbitando alrededor del Sol en forma de conglomerado, algo amenazador, de otros materiales (los restos del relleno de la bola de nieve).

¿Podría ser todo esto un mito? Una mota similar a una estrella en el centro de la cabeza brillante de los cometas, o una visión distante del cometa inactivo en las lejanías del Sol, es todo lo que son capaces de mostrar los grandes telescopios del núcleo de los cometas. Raymond Lyttleton, el tozudo defensor de las granizadas orbitantes, se refirió en 1976 a la teoría de las bolas de nieve en términos que sabrán saborear los *gourmets* de la retórica de cometas:

Si se abandonan las pretensiones de la ciencia y de la razón, podría decirse que ha habido algo de heroico en la manera en que durante un cuarto de siglo los numerosos partidarios del núcleo de hielo se han apegado a sus armas sin el menor retazo de pruebas científicas aceptables que apoyen su teoría... Una profusión de artículos, que no hacen más que lidiar los supuestos procesos físicos, describe e incluso presenta esbozos de modelos caseros y puramente fantasiosos de los micro-núcleos.

Pese a toda su hipérbole, Lyttleton no deja de tener razón. Algunas respetadas teorías, en la actualidad finiquitadas, eran igualmente elaboradas y prometedoras; estoy pensando en esos acreditados diagramas de la formación de las montañas y cómo enrojecieron los geólogos eruditos cuando por fin se confirmó la deriva de los continentes. No hace tantos años que muchos astrónomos creían que había volcanes activos en la Luna y seres vivos en Marte.

La única manera de confirmar la existencia de las bolas de nieve es enviar una nave espacial a que tome fotografías desde cerca de los núcleos o a que aterrice en un cometa. Lo mejor sería que una nave aterrizara y despegara y volviese a la Tierra con muestras congeladas de la nieve original,

para que los científicos pudieran analizar las formas más primitivas del material con que se formaron los planetas. Proyectar tal misión plantea un elegante círculo vicioso. Se pretende descubrir si los cometas son bolas de nieve, pero para diseñar la nave espacial y su programa de trabajo hay que saber cómo son los cometas, de modo que se hace la presunción de que son bolas de nieve. Tal procedimiento, bastante normal en la ciencia, se conoce técnicamente como "levantarse del suelo tirando de los cordones de los propios zapatos". Y entre los pocos que todavía se preguntan si la versión de la granizada no podría ser después de todo correcta se cuentan ingenieros espaciales preocupados por la destrucción a perdigonadas de la sonda cometaria. Si la teoría de la bola de nieve estuviera equivocada, temen que una misión muy cara pueda ser destrozada en un momento por una andanada de granizo a 200.000 kilómetros por hora.

Si una nave espacial bien equipada no encontrara (contra todas las expectativas, debo decirlo) una bola de nieve en el centro del cometa, los teóricos de la granizada aún podrían reír los últimos. Sólo los especialistas tienen razones para preocuparse por si los cometas son granizadas, bolas de nieve o penachos de azúcar, pero el espíritu con que se busca respuesta a semejante problema sí tiene un interés general. Por muy divertida y convincente que sea una hipótesis, sólo puede tomarse en serio si ha superado severas pruebas de observación y experimentación. Incluso entonces, cabe la posibilidad de que pinche con posterioridad, como sucedió con una de las más grandiosas teorías, el tratamiento newtoniano de la gravedad. Hay un constante trasiego de teorías que van y vienen de ese limbo de los conceptos descartados.

La cometología ha sido un terreno fértil, tanto para las imaginaciones supersticiosas como para las científicas, debido a que los objetos en cuestión son espectaculares, lo que les hace parecer importantes, mientras que los datos

firmes sobre ellos han sido muy escasos, dada su lejanía y naturaleza endeble y efímera. Por todo lo dicho, se trata de un modelo fascinante del juego de los argumentos y los datos, que tiene lugar a propósito de cuestiones de mayor peso, tanto científicas como públicas. Los hombres se matan unos a otros en nombre de las teorías del comportamiento social, sobre el que los datos son aún más escasos que para los cometas. Los métodos de los servicios psiquiátricos de la KGB todavía no se utilizan para tratar las opiniones disidentes en materia de cometas, pero quien considere que tal posibilidad es ridícula es que ya ha olvidado el sino de Galileo y de los genetistas soviéticos durante la reciente era Lysenko.

En la necesidad de tolerar las ideas por perversas que sean existe una evidente coherencia entre la buena ciencia y la libertad política; y también en la deferencia, por parte de las mismas personas obstinadas, con los veredictos procedentes del exterior, en un caso de la naturaleza y en otro de los votantes. Pero la investigación científica no debe confundirse con el despreocupado liberalismo. Al menos en las ciencias "exactas", de las que la astronomía es la primera, el tratamiento de las ideas puede ser absolutamente salvaje. Las teorías inexactas, por muy de moda que estén, pueden morir de repente a consecuencia de los hechos o bien de las nuevas teorías que encajan mejor con los datos anteriores: puede ocurrir tan bruscamente como descubrir que el domingo es en realidad sábado. Un premio Nobel, cuyo interés más bien radica en los núcleos de los átomos que en los núcleos de los cometas, me comentó en una ocasión que los físicos teóricos, como él mismo, tenían un cierto ascendiente moral sobre todos los demás investigadores: "Todos nosotros hemos pasado en algún momento por la prueba de estar absoluta e indiscutiblemente equivocados".

Pero también es posible el éxito triunfal, y la primera reaparición predicha del cometa *Halley* en 1758 fue uno

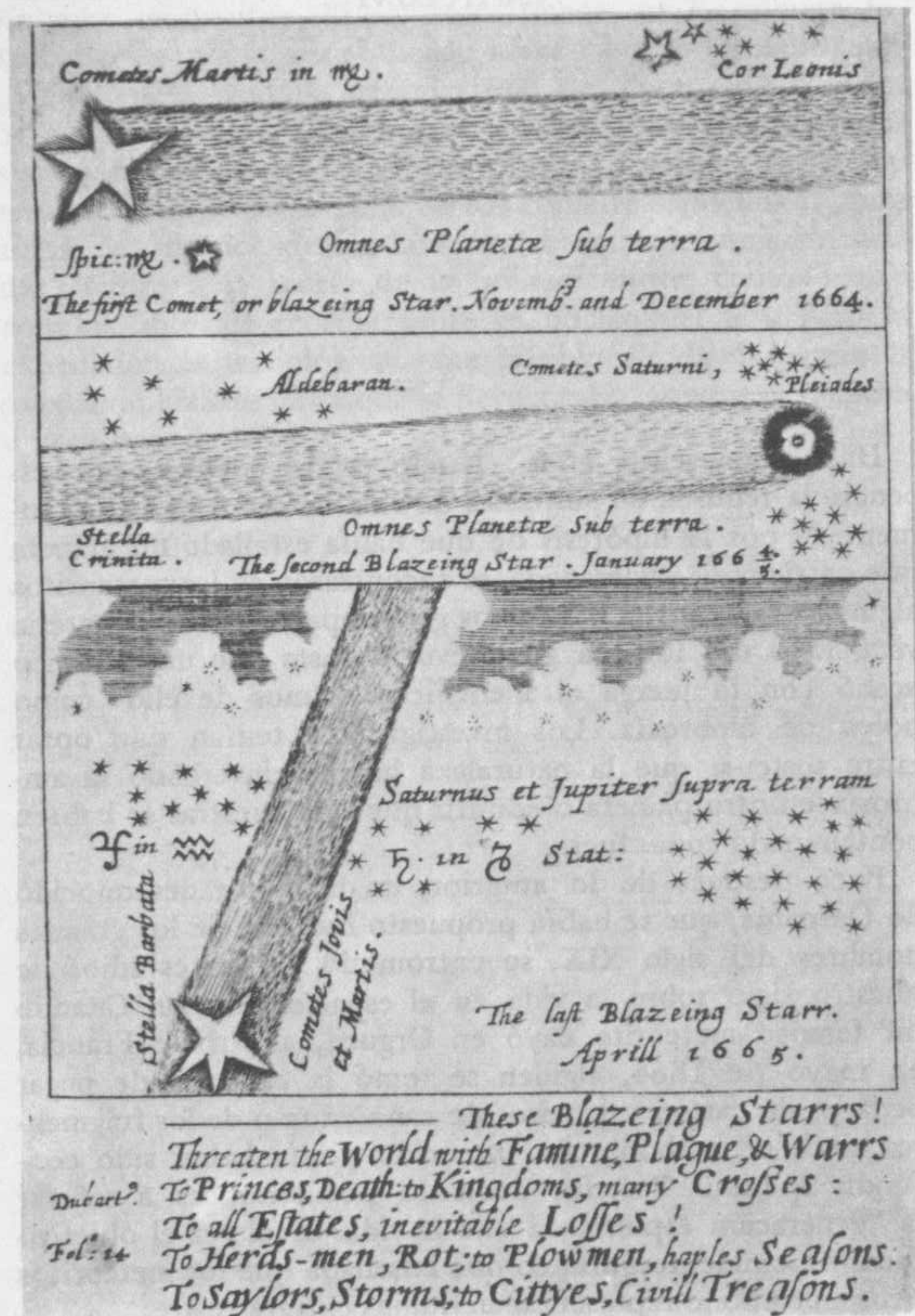
de esos momentos. El siguiente puede ser la primera fotografía de un cometa-bola de nieve en primer plano, surgiendo en la pantalla de televisión del centro de control. Y la impaciencia de los protagonistas por apostar todas sus ideas preconcebidas a una prueba definitiva en la antesala de una ciencia sana. Si los cometas siguieran estando fuera del alcance de los hombres, bien podríamos sin más dar crédito a la teoría de la bola de nieve, como ocurre con las actuales teorías sobre el núcleo del Sol. Pero la expedición es tecnológicamente posible y todas las apuestas quedan aplazadas hasta que se lleve a cabo, aunque se demore un centenar de años.

¿Una fábrica de gripe interplanetaria?

Hace unos veinte años, cuando estaba en plena efervescencia la rebusca de síntomas de vida en los meteoritos, fomentada por la hipótesis de que había estallado un planeta que en tiempos tuviera vida, se encontraron en los meteoritos algunos pequeños y llamativos granos parecidos a la materia viva. Esto dio lugar a gran revuelo hasta que un botánico acabó con la juerga al identificar algunos de ellos como polen de ambrosía. Los investigadores tenían que optar entre sostener que la naturaleza había reinventado la ambrosía en otro planeta o admitir que sus muestras se habían contaminado como fuese.

Poco después de lo anterior, un bromista desconocido de Gasconia, que se había propuesto burlarse de los grandes hombres del siglo XIX, se entrometió en los estudios de nuestro siglo sobre la vida en el espacio exterior. Cuando un famoso meteorito cayó en Orgueil, al sur de Francia, en mayo de 1864, alguien se tomó la molestia de pegar pedazos de cartón y trocitos de caña en uno de los fragmentos ricos en carbono. Su intención podía haber sido confundir a Louis Pasteur, dedicado por entonces a refutar la "generación espontánea" de la vida. O tal vez el objetivo fuese un eminente químico que enseñaba que los meteoritos ricos en carbono representaban humus extraterrestre.

A veces es difícil decir dónde comienzan las falsificaciones



y dónde terminan las bromas. En una falsificación biológica descubierta, que pretendía ser seria, se inyectó tinta china a sapos para demostrar la perfectibilidad del hombre; en otra ocasión, se inventaron los resultados de una serie de tests de inteligencia, e incluso un inexistente colaborador, para demostrar que las personas inteligentes heredan el talento de sus padres. Por lo que parece, la honradez no era un factor necesario para la perfección ni para la inteligencia. Por otra parte, el Hombre de Piltdown, la falsificación de fósil que confundió a los antropólogos durante cuarenta años, puede haber sido una broma que fue a mayores y no una seria tentativa de demostrar que Adán era inglés.

Cualesquiera que fuesen las intenciones del bromista francés, su plan falló, pues los trozos del meteorito de Orgueil eran tan abundantes que nadie se molestó en examinar su *chef d'oeuvre* durante cien años. Luego llegó a manos de Edward Anders y sus colegas de Chicago. Estos analizaron el contenido, hasta identificar el pegamento francés del siglo XIX, y pusieron al descubierto el engaño en 1964. Aunque los científicos modernos no fueran embaucados, quienes trabajan en el mencionado campo de investigación no quedaron muy tranquilos con este tipo de farsa.

La idea de que la vida apareció por primera vez en la Tierra procedente del espacio exterior siempre ha sido, en cierto sentido, tan buena como cualquier otra, y más romántica que la comida casera. Hace un centenar de años, Sir William Thomson, a comienzos de siglo Svante Arrhenius y más recientemente Francis Crick son algunos de los científicos que se la han tomado en serio. Dado que no existen archivos naturales de los acontecimientos, el origen de la vida es una cuestión para ponderadas especulaciones y,

◀ Un vaticinio de la época auguraba que el cometa de 1665 traería la peste, que efectivamente asoló Londres en aquel año (John Gadbury, *De Cometis* 1665, Royal Astronomical Society).

en el mejor de los casos, para experimentos de laboratorio. Los fósiles más antiguos de alguna importancia, aquellos que se pueden patear y no sólo espolvorear y escudriñar entre dudas con el microscopio, son arrecifes de algas recogidos en el oeste de Australia en 1980 y datan de hace 3.500 millones de años. Los primeros tres mil millones de años de la Tierra son virtualmente irrecuperables.

Pero tómese una sopa de productos químicos y cuézase a fuego lento durante largo tiempo agregándole energía—radiactividad, rayos ultravioleta, calor volcánico, descargas eléctricas, impactos de meteoritos— al gusto, y en último término es posible que produzca sistemas vivos, no tanto por azar como por una selección prebiótica natural de genes y proteínas. Los especialistas en biología molecular tienen una comprensión técnica de esa historia y ninguna duda profunda sobre el particular. Para muchos de ellos, la superficie de la Tierra parece el lugar obvio y adecuado para que eso ocurra, pero la posibilidad de que la joven Tierra fuese impregnada por semillas interestelares o interplanetarias no puede dejar de tenerse en cuenta.

Los cometas contienen agua y los productos químicos nutritivos esenciales para la vida, y un indicio de su potencial como vehículo de la vida es la sugerencia reciente de que somos *nosotros* quienes podríamos sembrarlos. A Freeman Dyson, de Princeton, le gustaría que los ingenieros genéticos preparasen árboles capaces de crecer en los asteroides ricos en carbono y en los cometas. Habrían de adaptarse a vivir en el vacío espacial. Los cometas de la nube de Ööo aportarían en conjunto una superficie mucho mayor que la de la Tierra, pero el Sol está lejos y es débil, de manera que los árboles tendrían que ser inmensos, de muchos kilómetros de grosor, para recoger la suficiente luz solar.

Vistos desde lejos, los árboles de los cometas semejarían una gran maleza en una pequeña maceta. Otras plantas, junto con animales y personas, podrían vivir en las ramas de los gigantes árboles, cerrando el círculo de la evolución

humana desde los árboles de la selva de nuestros antepasados primates hasta las viviendas arborícolas de los hombres del espacio. Si los cometas atraviesan los espacios entre las estrellas, entonces la gigantesca vegetación se extenderá con bastante facilidad de un Sol a otro; si no, las semillas de los gigantes árboles tendrán que ser mucho más resistentes para sobrevivir a los largos viajes a la deriva por el espacio, como los cocos que flotan de una isla a otra, o bien ser transportados por los humanos que viajen de una a otra estrella. Estas son algunas de las recetas de Dyson para volver verde nuestra galaxia.

Pero estoy llegando ahora a un conjunto de ideas en comparación con las cuales la propuesta de Dyson es una mera extrapolación cauta de la actual tecnología. A finales de la década de 1970, un par de astrofísicos británicos, Sir Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe, golpearon a la protobiología en el diafragma y a la ciencia médica en el mentón. La vida sobre la Tierra, afirman, se inició en los cometas, y las enfermedades siguen llegando de ellos. Wickramasinghe es el astrónomo jefe de Cardiff y una destacada autoridad sobre la composición del polvo interestelar. Desde 1962 ha trabajado a intervalos con Hoyle, un púgil endurecido que ha sangrado mucho pero nunca ha doblado la rodilla en las luchas sobre cosmología y política de Cambridge, un astrónomo teórico de gran talento y escritor de ficción imaginativa en que el héroe-científico siempre tiene razón.

Hoyle no ha tratado de enmascarar su fiebre del cometa; de hecho, admite haberla contraído:

Quizás ningún objeto astronómico merece mayor atención popular que los cometas, y luego de haber visto personalmente a dos de ellos muy brillantes, ambos en el año 1957, los cometas *Arend-Roland* y *Mrkos*, estoy en condiciones de entender la razón.

A los pocos años de escribir esas palabras en 1975, Hoyle

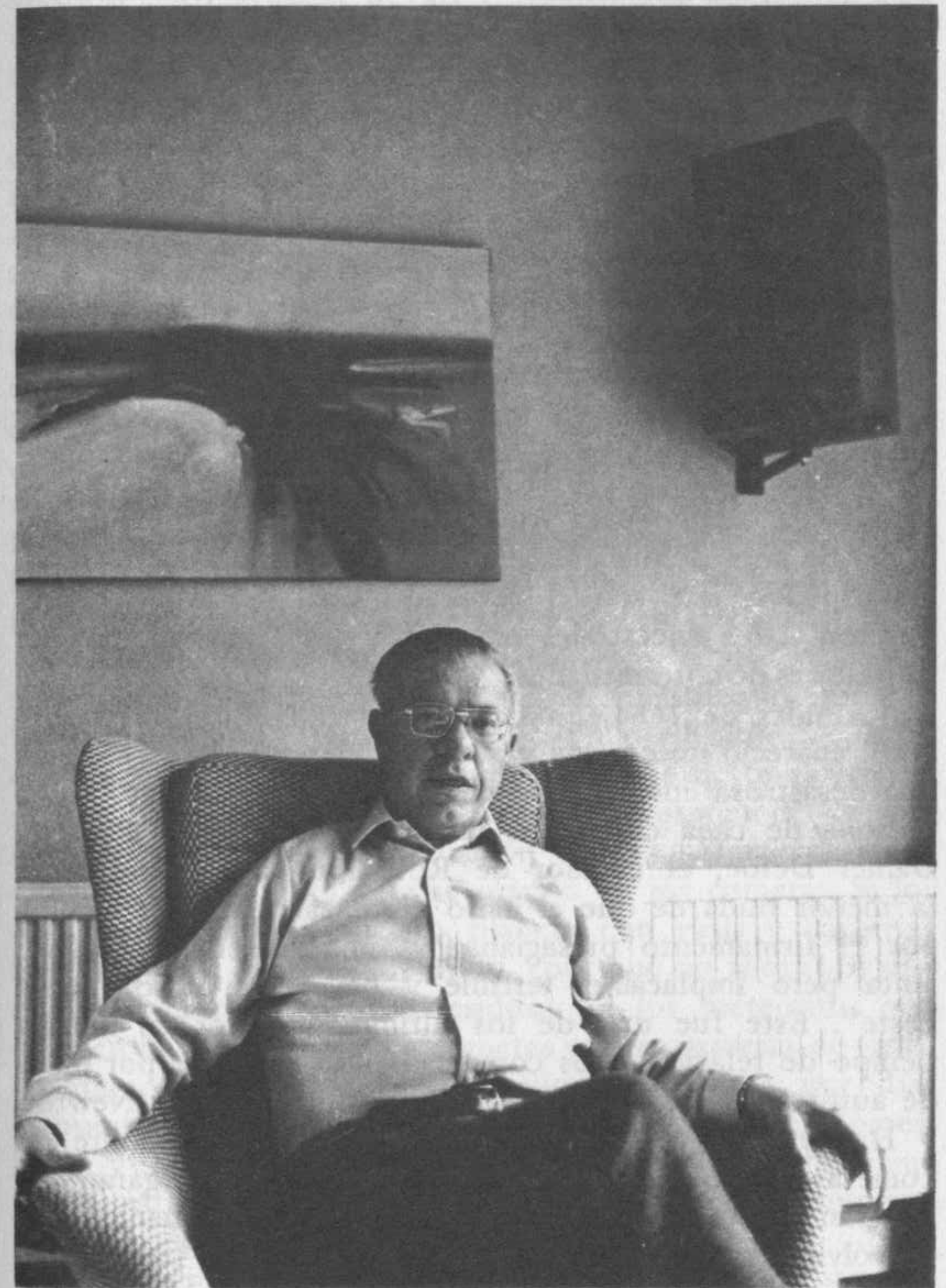
demostraba junto con Wickramasinghe que, aparte de todo lo demás que puedan hacer, los cometas siguen evocando asombrosas teorías nuevas.

Los cometas de Hoyle y Wickramasinghe son bolas de nieve recubiertas de alimento interestelar y parcialmente deshechas. En los orígenes del sistema solar, durante la avalancha de cometas, cada bola de nieve recogió en su superficie productos químicos basados en el carbono y otros materiales esenciales para la vida, tomándolos de las nubes de polvo situadas entre las estrellas. La celulosa, el material más habitual de la materia viva terrestre, se supone que es un material abundante en el polvo y estos autores describen cómo los cometas adquieren un manto de material interestelar, tal vez de un quilómetro de grosor.

Al principio todo estaba congelado, pero luego se produjo la licuación. Al formular por primera vez sus ideas, Hoyle y Wickramasinghe se basaron en los choques entre cometas para disparar las reacciones químicas entre los ingredientes. Estas reacciones pudieron dar lugar a depósitos acuosos y calientes, capaces de sobrevivir miles de años. En 1980 se tuvo en cuenta otra posible fuente de calor: el aluminio radiactivo del cuerpo principal del cometa, asimilado de la estrella que explotó en el momento de nacer el sistema solar, pudo derretir el núcleo de las grandes bolas de nieve.

Charles Darwin concibió el comienzo de la vida en "algún charco cálido" que contuviera los necesarios productos químicos. Hoyle y Wickramasinghe ofrecen charcos cerrados mayores que catedrales, y en miles de millones de cometas, cada uno de ellos aislado del universo exterior por cientos de metros de costra congelada. Allí pudieron evolucionar espontáneamente los virus y las bacterias, afirman. Con el tiempo, los charcos contenidos en los *igloos* acabarían congelándose, conservándose los virus y las bacterias en un estado letárgico.

Hace alrededor de 4.000 millones de años, un cometa fértil trajo la vida a la Tierra, según esta teoría. Pudo ocurrir



Sir Fred Hoyle, astrofísico cuyas teorías suponen el firmamento lleno de gérmenes. (Geoff Howard.)

en forma de impacto directo o bien a través del polvo meteorítico de la cola del cometa. Al precipitarse en las cercanías del Sol, el cometa se desprendió de las capas exteriores como si fueran vainas de semillas, liberando las frágiles células en el espacio. La mayor parte de las células moriría, pero algunas, tal vez congeladas y envueltas en hielo protector, habrían tropezado casualmente con la atmósfera terrestre, cayendo en la superficie. Allí debieron encontrar, gracias a los anteriores choques con cometas, "suministro de los alimentos químicos a que estaban acostumbradas".

Si esa inoculación fracasó, si las células murieron en el nuevo medio ambiente o bien no consiguieron desarrollar los medios para vivir a la luz del sol, siempre habría otro cometa en camino para volver a intentarlo. Y miles de millones de años después de que la vida se instalara en la Tierra, los bípedos, que son el resultado final de la evolución, miraron a los ancestrales cometas y les temieron, por ser portadores de enfermedades.

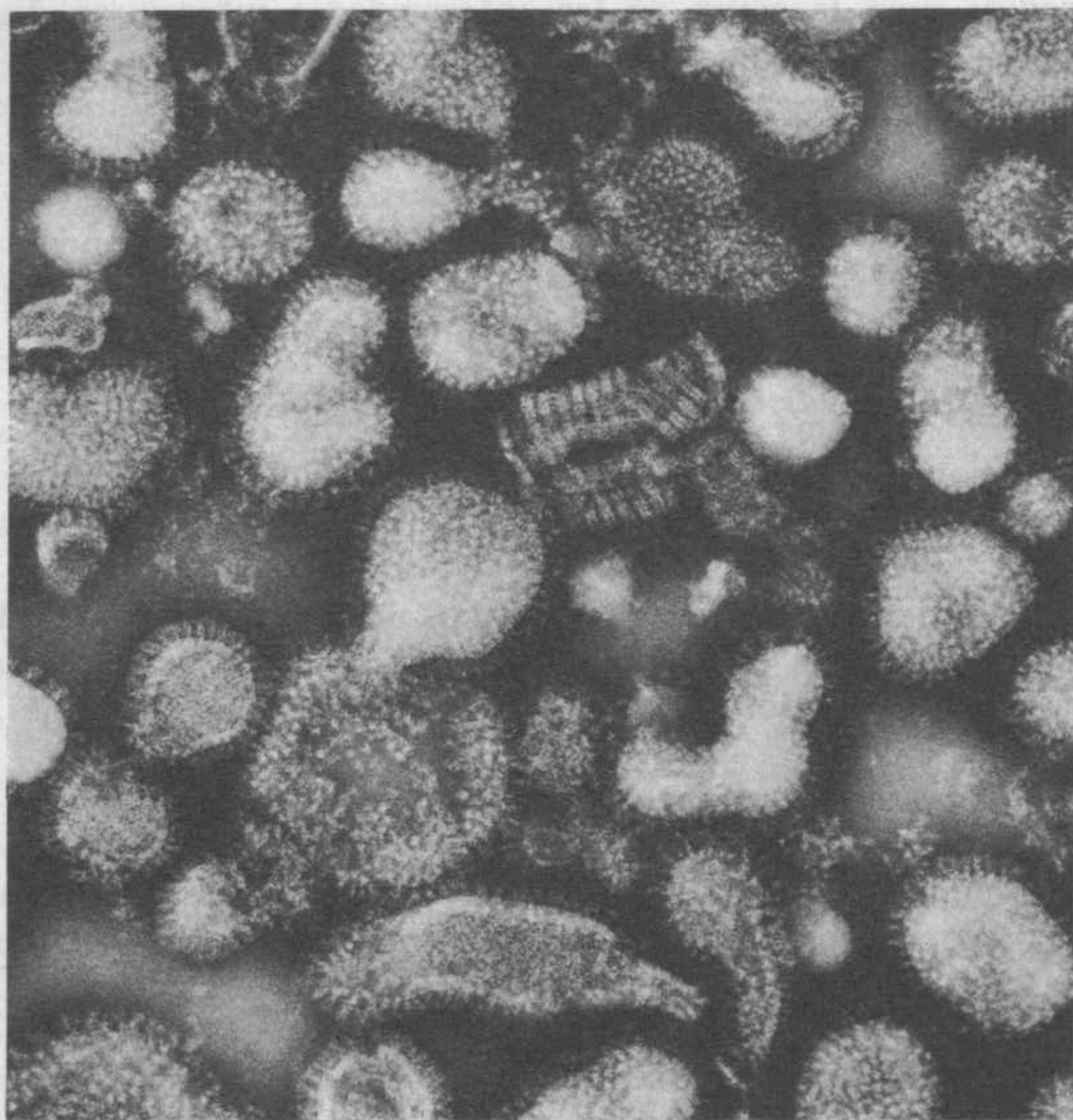
A finales de 1664, cuando Edmond Halley tenía ocho años, apareció un cometa y al año siguiente Londres conoció una desastrosa epidemia de peste bubónica que mató a una persona de cada cinco. En su *Diario del año de la peste*, Daniel Defoe, el creador de Robinson Crusoe, no tenía la menor duda de que el lento desplazamiento del cometa por el firmamento presagiaba "... una sentencia opresiva, lenta pero implacable, terrible y pavorosa, como fue la Peste". Este fue uno de los últimos intentos en mucho tiempo de relacionar los cometas con la epidemia por parte de autores serios, es decir, distintos a los chiflados. Newton y Halley subvertieron todas las teorías médicas sobre los cometas al explicar la naturaleza de sus órbitas y garantizar su gran distancia con respecto a la Tierra, de manera que se volvió dudosa la capacidad de los cometas para profetizar y causar enfermedades.

La medicina había progresado con más lentitud, pero, en el siglo XIX, Pasteur y otros demostraron que los mi-

crobios eran la causa de las enfermedades infecciosas. La investigación demostró cómo se expandían estos seres patógenos, por ejemplo, mediante las aguas contaminadas (cólera), las pulgas (peste) y los mosquitos (malaria). En el siglo XX, la epidemiología progresó con el estudio de la difusión de las enfermedades entre los animales que pueden albergar bacterias, hongos y virus susceptibles de afectar a la población humana. Los laboratorios militares cultivaron elementos patógenos naturales y modificados y estudiaron la forma de difundirlos a través del aire por grandes extensiones, como arma de guerra. Y aunque los habitantes de las zonas tropicales carentes de agua potable, vacunas o antibióticos perecieran todavía por millones como consecuencia de las infecciones, podían morir con la seguridad bien demostrada de que la única razón era la negligencia humana: no se podía acusar a los demonios, ni a las brujas, ni a los cometas.

El divorcio entre las enfermedades corporales y los cometas parecía definitivo y absoluto... hasta que Hoyle y Wickramasinghe ofrecieron hacer retroceder la medicina en unos cuantos siglos, volviendo a casarlos. Según la versión de los dos astrofísicos, las enfermedades proceden del espacio exterior y son una continuación directa y una confirmación diaria de que la vida se originó en los cometas. Si los cometas sembraron nuestro planeta con virus y bacterias hace miles de millones de años, ¿por qué no ahora? Si una millonésima parte de los residuos de los meteoritos que caen en la Tierra desde los cometas está compuesta de virus, cualquier jardincito captaría millones de virus por día, dispuestos para tomar por asalto plantas, animales domésticos y personas. Hoyle y Wickramasinghe suponen que las distintas enfermedades que afligen a la especie humana se originaron en cometas distintos.

No están proponiendo una vulgaridad del tipo de una vinculación directa entre la visión de los cometas y las epidemias. El peligro que perciben radica en las nubes invisibles



Partículas del virus de la gripe asiática, aumentadas unas 100.000 veces al microscopio electrónico. Las espinas visibles en algunas sirven como puntos de fijación a los anticuerpos de las personas inmunes (R. Dourmashkin). (Science Photo Library, Londres.)

bles de polvo que vomitan los cometas, orbitan en el interior del sistema solar y se desperdigan por el espacio exterior y lo ensucian siguiendo procedimientos muy complejos. Cuando la Tierra atraviesa una de esas nubes, los gérmenes que sobreviven al choque se van asentando en el suelo muy

lentamente, a la vez que los factores meteorológicos los difunden y reagrupan por todo el mundo. Una vez bien asentados en la Tierra, las enfermedades no precisan suministros procedentes del espacio: por ejemplo, la tuberculosis. Otras, la polio y el cólera, pongamos por caso, persisten por su propia cuenta pero van siendo "aderezadas" con nuevas entregas de gérmenes procedentes del espacio. Por último, en este catálogo malsano, hay enfermedades como la peste bubónica y la viruela que vienen y se van según decreten las nubes orbitantes. Hoyle y Wickramasinghe afirman: "Nosotros no hemos llegado a nuestras conclusiones alegremente".

En esto sí que estoy de acuerdo: nunca he visto a Fred Hoyle de buen humor, y ¿a quién le gusta bromear sobre las enfermedades —aunque sea la gripe— a las que dedica una especial atención? Para ilustrar los brotes desiguales, súbitos y extensos que exige la teoría, cita la cepa fatalmente virulenta de gripe que atacó por primera vez a los seres humanos en Massachusetts, en septiembre de 1918, y que un par de días después caía sobre otros individuos en Bombay. Eso ocurrió en los tiempos anteriores a los viajes aéreos intercontinentales, cuyo advenimiento, según Hoyle, ha tenido pocas consecuencias sobre la velocidad de difusión de la gripe. Los epidemiólogos explicarían la aparición casi simultánea en Estados Unidos y en la India aduciendo que los virus alojados en los animales se habrían extendido antes por todo el mundo a través de los pájaros y los animales domésticos. Pero Hoyle se mofa de estas explicaciones mundanas: la gripe, dice, parece existir únicamente en los seres humanos en la medida en que "procede del exterior".

La antigua costumbre inglesa de aislar a los niños en pensionados proporcionaba una oportunidad especial para comprobar las hipótesis de que las enfermedades proceden de los cometas. Hoyle y Wickramansinghe no se contentaron con peinar la literatura médica en busca de los misterios

que pudieran resultarles favorables. Como buenos científicos, formularon una predicción: que todo nuevo brote de gripe estaría muy desigualmente repartido. La epidemia del invierno de 1977-78 les ofreció la oportunidad que necesitaban y los pensionados disponían de una información exacta sobre dónde dormían sus alumnos y quiénes y cuándo contraían la gripe. El resultado fue el primer libro de astro-microbiología, *Las enfermedades procedentes del espacio* (*Diseases from Space*, 1979), que ilustraron con planos de los colegios y residencias, como en las novelas policíacas más complicadas.

Y partiendo de las tribulaciones de la aristocracia de los adolescentes aquel invierno demostraron, satisfactoriamente al menos para sí mismos, que la gripe no se transmitía de individuo a individuo y que incluso se difundía de forma más caprichosa de lo que ellos mismos habían previsto. Por ejemplo, en el *Eton College*, una tercera parte de los muchachos cayeron enfermos, mientras que en el *St. George's College*, situado a unos pocos cientos de metros de distancia y que compartía el mismo médico, no hubo ningún caso de gripe. Los muchachos de Eton dormían en veinticinco alojamientos distintos, pero se mezclaban durante el tiempo lectivo y, en alguna medida, para comer, pero la incidencia de la gripe oscilaba entre un solo caso en los setenta chicos de un alojamiento hasta niveles muy por encima de la media en otros.

La probabilidad en contra de que tales variaciones fueran de origen aleatorio, los astrofísicos la consideraron astronómica y presentaron una explicación meteorológica de su desigual distribución. Los virus más activos procedentes del espacio exterior serían los arrastrados por gotas de lluvia que se "secarían" antes de llegar al suelo, dejando que los virus se desplomaran en turbulencias locales durante el resto del camino. La dirección del viento en las proximidades de la superficie terrestre, en interacción con la topografía y las edificaciones, podrían afectar mucho la

forma de la turbulencia, creando puntos afortunados que escaparían al virus.

No es saludable salir de casa: ésta es la deducción evidente de los datos y de la teoría en general. Se dice que un ejemplo trágico ha sido la "enfermedad del legionario" acaecida en 1976. Algunos miembros de la Legión Americana salieron a unos cuantos pasos del vestíbulo de su hotel en Filadelfia para ver el paso de un desfile y fueron presa de una pequeña nube cometaria que transportaba un bacilo hasta entonces desconocido. Veintinueve no consiguieron recuperarse.

La sospecha de que el cometa *Halley*, en particular, sea responsable de la gripe merece un pequeño comentario. Hoyle y Wickramasinghe no le achacan todas las variantes de la enfermedad, sino las dos concretas variantes del virus conocidas como H2/N2 y H3/N2: la primera es la gripe asiática que se extendió por todo el mundo en 1957, mientras que la segunda es la responsable de la epidemia de 1968. En ambos casos hubo pruebas de que muchas personas de más de setenta y cinco años eran inmunes a estos subtipos de virus, lo que suponía que habían contraído la enfermedad en anteriores epidemias, y esta cifra encaja pulcramente con el período de setenta y seis años de la órbita del *Halley* alrededor del Sol. (También, cabe pensar, con la longevidad humana). Como anteriormente hemos explicado, el cometa no necesitaba estar en las cercanías de la Tierra en 1959 ni en 1968: sólo sus nubes cargadas de gripe.

Puestos a disponer de una teoría que hierva a borbotones en el quemador principal de la imaginación, vale la pena ocuparse también de la Caída del Imperio Romano o del Problema del Mal o del cuento de María Celestina. Que yo sepa, de momento Hoyle y Wickramasinghe todavía no han invocado los bichos espaciales para explicar la desaparición de toda la tripulación de un bergantín bien asentado en medio del Atlántico, pero no encuentran la menor dificultad en la decadencia romana. Durante el período

comprendido entre el 400 a.C. y el 1400 d.C., los terrícolas tuvieron una temporada especialmente desagradable en lo referente a las nubes de enfermedades hiladas por los cometas. Un "milenio repleto de enfermedades", lo llaman, cuya arremetida obligó a las personas a vivir distantes y por eso los "incivilizó"; también, dicen ellos, fue por esta misma razón por la que adoptaron la "sombria" religión cristiana.

En cuanto al problema teológico del Mal, los sufrimientos en apariencia innecesarios causados por las enfermedades que Dios permite, puede traducirse a un planteamiento biológico. ¿Por qué no hemos desarrollado una inmunidad perfecta a las enfermedades infecciosas? La respuesta que ofrecen los astrofísicos es que la enfermedad es necesaria para que se produzcan importantes pasos de la evolución, puesto que los organismos pueden incorporar nuevos mensajes hereditarios tomados de las bacterias y los virus; no sólo genes mutantes, sino conjuntos enteros de nuevos materiales genéticos. Los organismos que no permiten la penetración de los virus, detienen su evolución y pronto se extinguen. Así es como estos dos autores convierten a los cometas en la fuerza motriz de toda la historia de la vida sobre la Tierra, y también tratan de desarmar a sus críticos médicos que preguntan quisquillosamente cómo los virus recién desembarcados desde las profundidades del espacio saben la forma de atacar a animales muy evolucionados como somos nosotros.

Hubo un gran regocijo cuando la Organización Mundial de la Salud anunció la eliminación de la viruela en todo el globo terrestre, esa enfermedad mortal y desfigurante que ha azotado a la humanidad desde la antigüedad. Pero Hoyle y Wickramasinghe denegaron gravemente con la cabeza: ellos ven una pauta histórica según la cual la viruela viene y se va a intervalos de varios cientos de años y aseguran que los datos indican con toda claridad que la viruela tiene su origen en los cometas.

Ni siquiera la fisonomía escapa al interés de los astrofísicos. La nariz humana, dicen, ha desarrollado su forma, con las fosas abiertas hacia abajo, porque eso nos protege contra los virus que caen del espacio. Lo que me hace a mí pensar: suele suponerse que los observadores de los cometas y otros mirones de estrellas corren riesgos especiales en relación con pozos, zanjas y alcantarillas abiertas. Ahora, al parecer, quienes levantan el rostro hacia el firmamento están asimismo deshaciendo la cuidadosa obra de la selección natural y cortejando a toda clase de horribles infecciones. ¿También a la fiebre cerebral?

Nadie en su sano juicio, a no ser los fabricantes de trajes protectores, podría desear que fuese cierta esta hipótesis de que las enfermedades proceden de los cometas. Cualquier progreso de los conocimientos médicos quedaría más que descompensado por la hipocondría cometaria. Pero si, como bien pudiera suceder, usted encuentra que las ideas de Hoyle y Wickramasinghe son duras de tragar y tal vez absolutamente ridículas, entonces fíjese bien en sus reacciones. Se trata de un ejercicio de arqueología de las emociones, lo mismo que contemplar el trozo de una vasija antigua y simpatizar con la niña que fue castigada por haberla roto.

En este caso, podemos sentir lo mismo que los escépticos de todas las épocas. ¡Cómo hubiéramos disfrutado en los hospitales del XVIII, tambaleándonos alrededor de las copas y vituperando a las viejas *Bragas de Cobre** polacas que habían puesto el mundo entero a dar vueltas! O bien en las tabernas victorianas: "El señor Darwin afirma que desciende del mono". "¿Por parte de madre o de padre?" Estos paralelismos, por supuesto, no dicen nada a favor ni en contra de la teoría de que la gripe procede del espacio exterior, sino únicamente que el escepticismo siempre es divertido.

* Copper Knickers, en inglés, muy parecido al nombre polaco Koppelnik. (N. del T.).

Si Hoyle y Wickramasinghe han conseguido que los médicos presten mayor atención a los virus difundidos por el viento en la transmisión de las enfermedades, incluso en el caso de que los virus sean absolutamente terrenales, es realmente una feliz casualidad tratándose de unos estudios sobre la química de los cometas y las nubes interestelares. Esta posibilidad me recuerda uno de los anteriores esfuerzos de Hoyle en su guerra con la teoría del *Big Bang* sobre los orígenes del universo; las pasó canutas para demostrar, conjuntamente con otros colegas afines, que los elementos químicos no se formaron en el torbellino originario, sino en las estrellas en explosión. Tenía razón en eso y en la actualidad la comprensión de la química cósmica se basa en ese estudio clásico. Los mismos átomos de mi cuerpo y de mi pluma me enseñan a no despreciar una teoría simplemente en nombre de que conecta acontecimientos corrientes del presente con los cataclismos cósmicos ocurridos hace mucho tiempo.

El deseo de “demostrar que Fred se equivoca”, cuando era el adalid de la teoría del estado estacionario del universo, constituyó también un fuerte estímulo para los astrónomos que, en las décadas de 1950 y 1960, forzaron sus técnicas hasta el límite con objeto de descubrir la naturaleza global del cosmos. La astronomía se benefició mucho de la impugnación del estado estacionario. La investigación sobre cometas y meteoritos también está siendo estimulada por las ideas de Hoyle y Wickramasinghe. Incluso los científicos que son totalmente escépticos sobre que el origen de la vida se situara en los cometas, y no digamos las enfermedades, se sienten contentos cuando, al fijar los objetivos a investigar por las sondas espaciales, añaden el pomposo objetivo de buscar virus y bacterias congelados.

Pero cualquiera dudaría de buscar nidos de pájaro en los altos hornos y, como es natural, hay discusión sobre la teoría y sus deficiencias técnicas. Digamos de pasada que esas son las únicas deficiencias que importan: no el

tener o carecer de tacto con las sensibilidades médicas y teológicas, ni siquiera con el estilo literario. Hoyle y Wickramasinghe no han violado las leyes de la naturaleza, pero sí dan la sensación de estar hinchando las improbabilidades de la teoría y de la evidencia empírica como si fueran un globo de chicle. Su identificación de la celulosa en el polvo interestelar parece ahora estar equivocada: el polvo no contiene el suficiente hidrógeno. O bien tomemos esas partículas de cometa que danzan por el espacio y supuestamente albergan a los virus de las paperas que aguardan a emboscarse en la boca de algún niño: si las partículas son demasiado grandes arderán como meteoros en la atmósfera; si son demasiado pequeñas, no protegerán los virus contra los esterilizantes rayos ultravioletas del Sol, que las despaperizaría, a la vez que la presión de la luz solar las barrería fuera del sistema solar. Pero en mi caso la credulidad me falla desde el mismo comienzo de este itinerario viral.

Verdaderamente no me interesa el supuesto de que allá en la nube de Öo haya cometas que nunca se han acercado al Sol, que contienen horribles enfermedades de las que no tenemos ni idea, perfectamente adaptadas para infectar y prosperar dentro del cuerpo de nuestros futuros descendientes. Las enfermedades putativas procedentes del espacio tienen que renovarse debido a que cada trozo de chatarra —cometas, meteoritos, meteoros, paperas— es limpiado por la gravedad o bien choca al cabo de algunos cientos de millones de años. Si el cometa *Halley*, por ejemplo, es la espantosa máquina de la gripe interplanetaria, el espacio quedará purgado de sus efusiones cuando hayan pasado alrededor de un millón de epidemias. De manera que las propias reglas del juego de Hoyle y Wickramasinghe requieren un constante abastecimiento de nuevas enfermedades mediante “nuevos” cometas que caigan por primera vez en el interior del sistema solar conteniendo virus dirigidos hacia los seres humanos, los cerdos y los cacahuets. Puesto

que tales caídas sólo les acontecen a una pequeñísima proporción de los cometas de la nube de Öö y al menos uno de cada hornada tiene que estar infectado para que los terrícolas tengan que mantenerse sudando en los hospitales de infecciosos, debe haber muchos cometas patógenos que utilicen el mismo código genético que nosotros. Si no, los virus serían tan ineficaces como una llave de automóvil en un candado.

Para contar con un código genético universal, Hoyle y Wickramasinghe tienen que afirmar que bastó un único cometa para armarla. El primero de ellos que consiguió desarrollar seres vivos infectó a otros muchos cometas capaces de sostener la vida. Como consecuencia, todos ellos utilizan la misma química de base, tanto si su sino ha sido sembrar la Tierra con la primera vida como si ha sido el de rondar las fronteras del sistema solar. Tendrían que convencernos de que miles de millones de cometas situados más allá de Neptuno contienen virus capaces de invadir a los humanos y obligar a sus células a reproducir los genes cometarios y arroparlos en lindas chaquetas proteínicas del modelo que se lleva esta temporada en la nube de Öö. El truco consiste, supuestamente, en la infección entre cometas, pero Hoyle y Wickramasinghe nos han advertido previamente que sus viveros están protegidos del exterior por cientos de metros de costra helada.

A comienzos de la década de 1980, los astrónomos y biólogos más sensatos podrían valorar las distintas etapas de la tesis de la siguiente manera:

- a. Los cometas proporcionaron una rica sopa de productos químicos a la joven Tierra *Plausible.*
- b. La vida puede originarse independientemente en el núcleo de un cometa *Dudoso.*
- c. Nuestros antepasados microbianos llegaron a la Tierra en un cometa . . *Dudoso al cuadrado.*

- d. Algunas enfermedades se transmiten inesperadamente por el aire en lugar de pasar de persona a persona *Posible.*
- e. A veces las enfermedades colaboran en el proceso evolutivo al introducir nuevos genes *Plausible.*
- f. Las enfermedades proceden de los cometas actuales *Sí, y los cerdos vuelan.*

Estas cosas no se resuelven mediante encuestas de opinión, aunque el filósofo Imre Lakatos señaló que las creencias que prevalecen en la ciencia son a menudo una resultante de la psicología de masas. Es posible que algún día la opinión se ponga de parte de Hoyle, pero eso no bastaría para hacer sus opiniones más verdaderas. Al igual que la democracia, la ciencia triunfa a largo plazo, no porque sus luminarias estén libres de error, sino porque suelen ser puestas en evidencia; más pronto o más tarde la naturaleza pone fin a los sinsentidos aportando su veredicto con un experimento adecuado. Un único bacilo de la Peste Negra rastrillado en cualquier lugar más allá de la Luna cambiaría muchas opiniones.

No siempre desesperan los científicos por ver sus teorías confirmadas; los hay que preferirían morir sin conocer la respuesta antes que arriesgarse a ser impugnados. Pero como todos los mortales, desean ser aceptados y aclamados, que es distinto. A diferencia de otras profesiones, donde se alcanza la cúspide con tal de vivir lo suficiente y procurar no molestar a nadie importante, en la ciencia se clasifica a las personas según los sorprendentes descubrimientos e invenciones que se supone han hecho. En la apuesta de la alta investigación, pues, el mejor procedimiento consiste en confeccionar una teoría lo bastante sorprendente y provocativa para resultar memorable, pero no tan excéntrica que incurra en el ridículo vitalicio.

De las dos principales categorías de teorías ganadoras,

una es la finta superficial, en que la hipótesis es original y al mismo tiempo fácil de admitir para un importante sector de colegas; luego, poco importa si la hipótesis es cierta o equivocada. La teoría de Newton de la gravedad y la teoría de la bola de nieve cometaria son ejemplos de finta superficial. Por otra parte, en la finta profunda la hipótesis es evidentemente increíble y por tanto todo depende, a la larga, de demostrar su veracidad. La teoría de la deriva continental, al igual que la hipótesis de los gérmenes de los cometas, es una finta profunda. El *coup* es mucho más divertido si se consigue imponer, pero Alfred Wegener murió antes de ser reivindicado, y ésa es la razón de que las personas como sir Fred Hoyle sean jugadores asiduos y persistentes: los aplausos póstumos no pagan la cerveza.

Un atento observador de las quinielas científicas, el biólogo Peter Medawar, ha dicho: "No puedo dar mejor consejo a un científico de mi edad que éste: el grado de convencimiento de que una hipótesis es cierta no guarda ninguna relación con que lo sea o no lo sea". Pero, como prosigue diciendo Medawar, la convicción es un incentivo para el trabajo. La ciencia es una de las actividades humanas más apasionantes: ¿cómo si no se sostendrían los investigadores durante las largas semanas o años de ingrata tarea, por qué si no gastarían Hoyle y Wickramasinghe tanto tiempo en mantener correspondencia con los directores de escuela? Si las apariencias parecen estar en contradicción con lo dicho, se debe a que todos los jugadores se enorgullecen de mantener un aspecto relajado.

Hablando de psicología de masas: hay otra idea astronómica, tan disparatada como los cometas contaminados de Hoyle, que está completamente de moda. Quienes no son científicos podrían suponer que las opiniones "ortodoxas" se reducen, dentro de la ciencia, a las afirmaciones basadas en datos sólidos (como la evolución en los fósiles) o bien basadas en teorías dominantes (como los agujeros negros en la Relatividad General) o al menos en hábitos

mentales prehistóricos (como la geología que rechazaba la deriva continental). No es éste, sin embargo, el caso de una noción que casi es un dogma religioso, sobre todo entre los astrónomos soviéticos y norteamericanos.

Su universal influencia se dejó sentir en Inglaterra por 1968 cuando los radio-astrónomos de Cambridge detectaron emisiones regulares procedentes de las estrellas. Se preguntaron si debían informar al primer ministro y pusieron en sus documentos el marbete "LGM", siglas de *Little Green Men* (Hombrecillos Verdes). En realidad habían descubierto los famosos púlsares, las estrellas pulsantes, pero la sospecha nacía de la creencia últimamente en boga de que hay millones de civilizaciones avanzadas en la Vía Láctea, seres extraterrestres que se suponen muy ocupados en conversar entre sí por radio y en buscar advenedizos primitivos como nosotros.

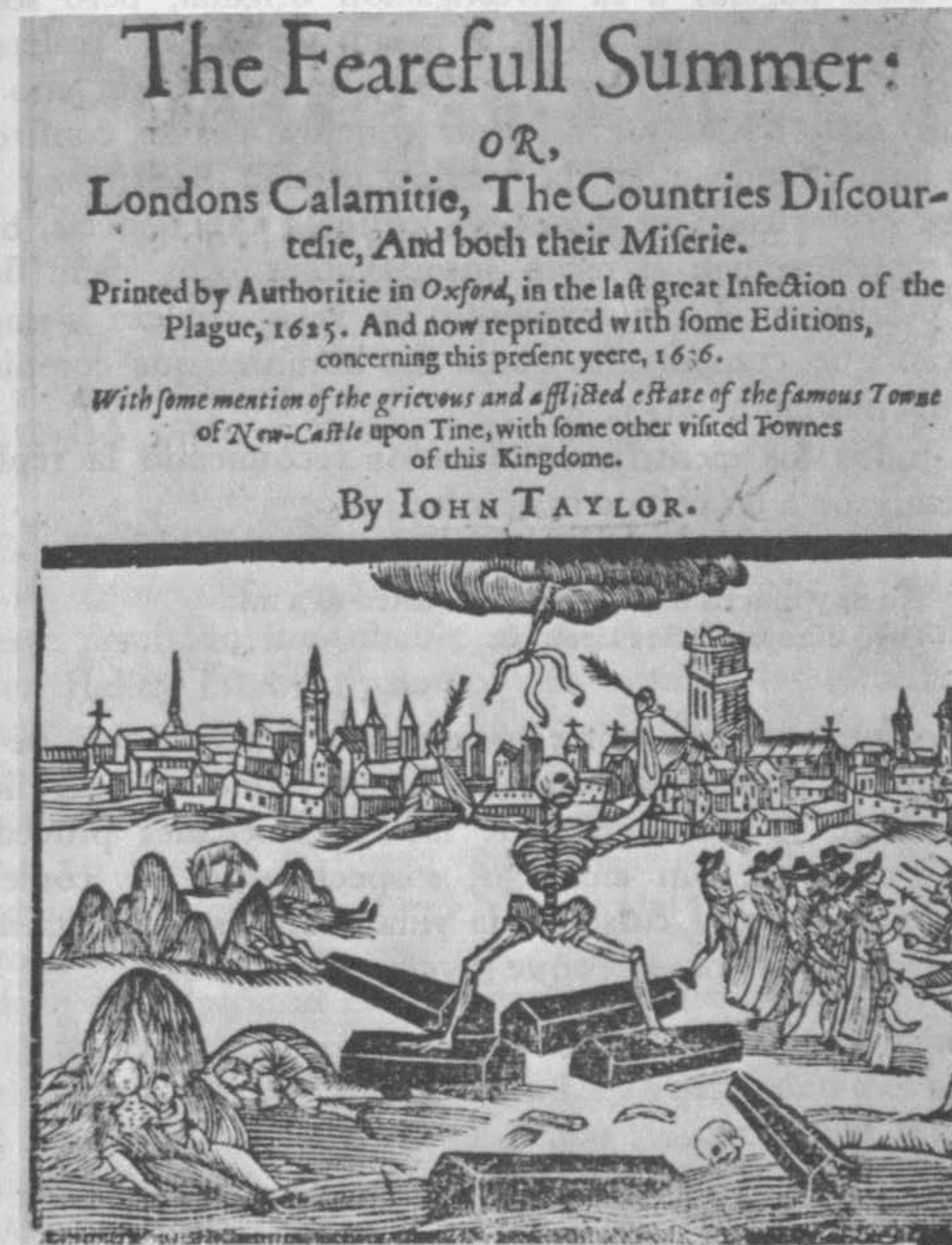
Muchos de los nombres más famosos de la moderna astronomía suscriben esta idea. La NASA y la Academia de Ciencias soviética tienen en marcha proyectos para demostrarla y las naves espaciales que actualmente abandonan el sistema solar llevan botellas con mensajes. Se puede discutir, si usted gusta, cuál es el número de especies de supereseres comunicativos, si mil o un millón. Está permitido cavilar sobre cuál es la mejor estrategia para detectar sus señales y sobre cómo sacarle dinero al Estado para investigarlos. Incluso está a su alcance poner en tela de juicio el supuesto de la antropología galáctica según el cual todos ellos son buena gente que no quiere hacernos daño. Pero la forma de hacerse absolutamente impopular es opinar que no hay nadie empeñado en ponerse en contacto con nosotros.

Los argumentos contra la existencia del Club Galáctico han sido barridos. Uno de éstos es la concepción biológica de que la peculiar sucesión de acontecimientos que ha dado lugar a charlatanes con radiotelescopios en la Tierra es menos probable de lo que imaginan los astrónomos que esté siendo imitada en ningún otro lugar del universo. Otro es el argu-

mento ingenieril de que las civilizaciones avanzadas hubieran colonizado toda la galaxia con naves estelares en el plazo de unos pocos millones de años, tal como esperamos hacer nosotros. Por tanto, ¿dónde están? A menos que tenga usted tan mala vista que vea platillos volantes, los alienígenas brillan por su ausencia en el sistema solar. Los astrónomos ridiculizan a los fanáticos de los OVNI, pero comparten su creencia básica en el mesías procedente del espacio exterior, el enanito de ojos saltones más sabio y más inteligente que nosotros, que nos enseñará el camino de la justicia y la paz. La única diferencia es que los platilleros sostienen que ya han entrado en contacto con ellos.

Si hay más inteligencias alienígenas en la Vía Láctea que plagas en los cometas, sólo el tiempo lo demostrará. Mientras, los bigotes se me ponen de punta cuando estudio los comentarios de un destacado astrónomo norteamericano, famoso para el gran público por su lenguaje colorista y sus hipótesis temerarias, sobre un artículo escrito por un joven científico, quien sostiene que su existencia es improbable. Cualquier afirmación, por razonable que sea, se condena y todo el asunto huele a sacerdote olfateando la herejía. Estos comentarios proceden del mundo oculto del arbitraje, donde los científicos deciden si los artículos de otros científicos merecen ser publicados. A este respecto, dos profesores de psicología de Grand Forks cogieron recientemente algunos artículos publicados en importantes revistas de psicología, los pasaron de nuevo a máquina, alteraron los nombres de los autores y, cambiándoles las primeras frases, los remitieron a las mismas publicaciones en que ya habían aparecido. En la mayor parte de los casos, el plagio pasó desapercibido y tres cuartas partes de los recensionistas y directores manifestaron que los artículos no merecían publicarse.

La pantomima es interminable. Hace algunos años viví el cruel desprecio y la vileza con que los científicos bien atrincherados reciben los descubrimientos no deseados.



En el siglo XVII, Inglaterra tenía motivos para temer la peste. Si esta enfermedad procede del espacio, las emisiones de seres patógenos por los cometas harían fácilmente repetirse las epidemias. (BBC Hulton Picture Library.)

Se refería éste al ritmo y a las causas de las glaciaciones del pasado y a la inminencia de la que viene. Yo había aportado unas migajas a la investigación original, pero sobre todo había dado publicidad al magnífico trabajo realizado por otros. El consiguiente zipizape me costó un año de dormir mal, hasta que nuestras conclusiones se confirmaron, convirtiéndose en la versión oficial. Podríamos habernos equivocado y ahora esas penosas experiencias, bien que menores, me parecen insoslayables. Los científicos que persiguen el conocimiento de la naturaleza siempre tendrán que comportarse como los hombres que compiten por una misma mujer.

A todos los científicos honrados recomendando la réplica de Tennyson a un crítico malévolo:

No doy mucha importancia ni a usted ni a mí:
Oigo el rodar de los tiempos.

Y como es poco correcto que los espectadores de la pantomima la interrumpen, pretendo moderar mi ridiculización de la teoría de que las enfermedades proceden de los cometas. Sin embargo, sospecho que los cometas han conformado el curso de la vida sobre este planeta más bien matando viejos genes que inyectando nuevos.

El ataúd de los dinosaurios

Edmond Halley pensaba que el Diluvio de Noé fue obra de un cometa. La cadena de pensamientos que le condujo a este resultado improbable se inició en 1677, cuando el joven Halley estaba trazando una carta de las estrellas del hemisferio austral durante una expedición a la isla de Santa Helena, en el Atlántico tropical. Descubrió allí que el espeso relente nocturno le empapaba el papel hasta el punto de "que no tomaba la tinta". Su trabajo de adelantado en la astronomía del hemisferio meridional se vio truncado, pero sus dificultades con los papeles húmedos en Santa Helena le inspiraron ciertas investigaciones sobre el relente y el agua atmosférica en general. Al regresar a Inglaterra midió la evaporación del agua de las vasijas, calculó el caudal del Támesis y en general se ocupó de cuestiones relativas al ciclo del agua.

Armado con la nueva información hidrológica y disponiendo, además, de cierta comprensión del clima del globo, Halley se dirigió entonces a la prehistoria. En concreto, se ocupó del problema meteorológico que planteaba la narración del Diluvio en el libro del *Génesis*. Como muchos hombres instruidos de su época, consideraba que las conchas fósiles encontradas en las cumbres de las colinas de-

mostraban la existencia de una gran inundación en el pasado remoto:

Cabe barruntar que algo de ese tipo ha sucedido, por eso la Tierra parece estar construida sobre las ruinas de un mundo antiguo, donde aparecen esos cuerpos de animales tal como existían antes del Diluvio.

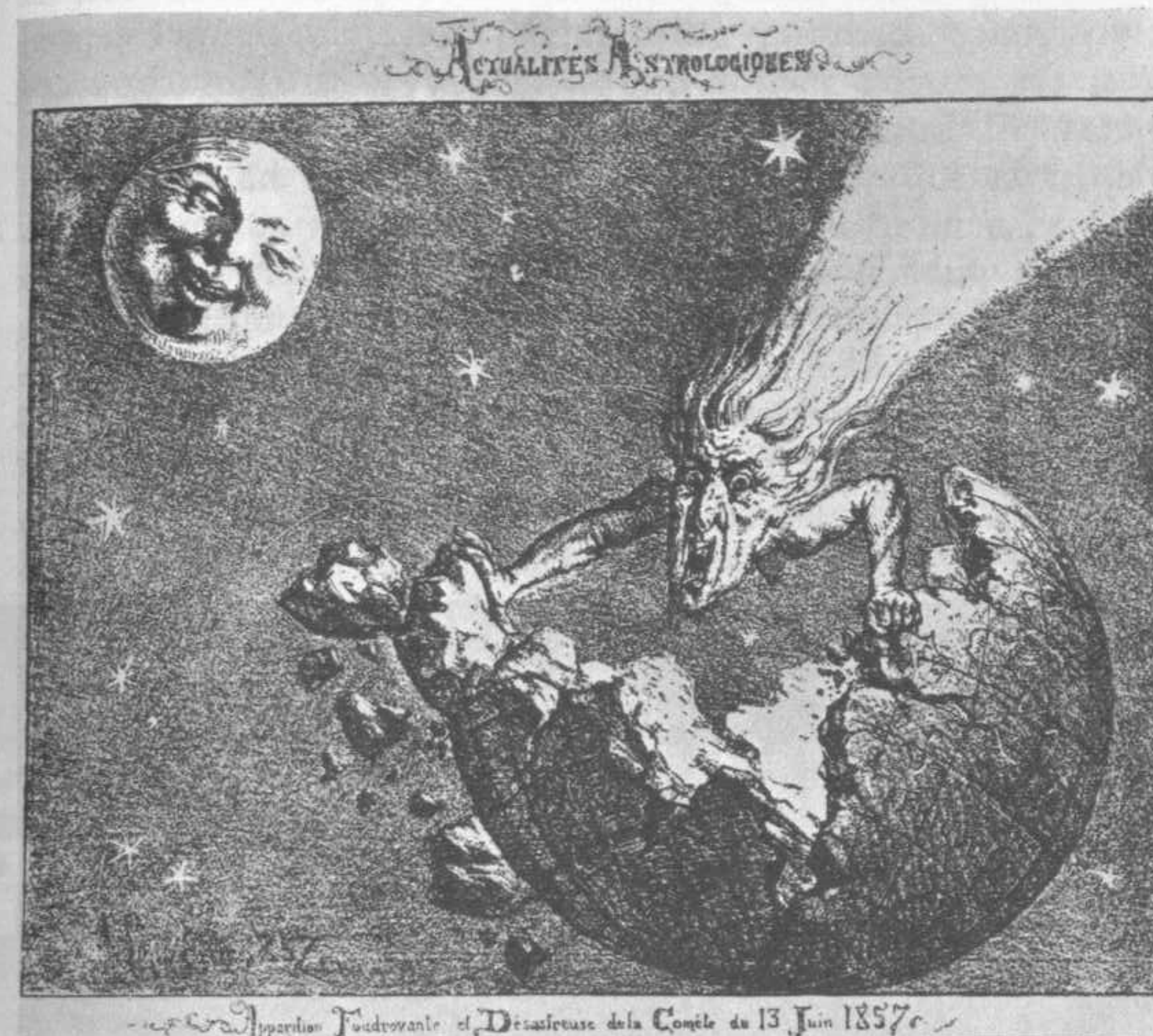
De manera que, aunque Halley hiciera comentarios zumbones sobre “el acuerdo pactado entre los animales” en el Arca de Noé, se tomó absolutamente en serio el supuesto acontecimiento geológico.

Preocupado por la imposibilidad hidrológica de que el mundo se inundara y quedaran cubiertas las montañas por una simple lluvia de cuarenta días, por intensa que fuese, Halley se vio llevado a proponer a la *Royal Society*, en 1694, que el Diluvio se debió al “choque casual de un cometa”. El golpe de un cometa podría haber alterado el eje de rotación de la Tierra, a lo que podría haber seguido una fuerte conmoción de los mares que habrían desbordado las riberas:

... pues tal choque, al impelir las partes sólidas, ocasionaría que las aguas... avanzaran violentamente al unísono hacia esa parte del globo donde tuvo lugar el encontronazo; y esto con la suficiente fuerza para arrastrar consigo todo el fondo del mar y transportarlo a la tierra; montando sobre las montañas aquellas partes terrosas que había arrastrado...

Luego, señaló Halley, retrocederían grandes olas, “que oscilarían adelante y atrás muchas veces”. Propuso el mar Caspio como el posible cráter del cometa, las grandes cadenas montañosas como los lugares donde convergerían las olas opuestas y el noreste de Canadá como un anterior polo Norte, donde la Tierra todavía estaba helada.

Una visión retrospectiva de tipo astigmático ha hecho que algunos biógrafos de Halley pasen muy a la ligera sobre



Caricatura francesa del siglo XIX sobre un persistente temor de la humanidad: el choque de un cometa con la Tierra y la destrucción de ésta. (American Museum of Natural History.)

esta eclosión calenturienta de su héroe. Pero al llamar la atención sobre las posibles consecuencias de la colisión entre un cometa y la Tierra, Halley disparó una sucesión de profecías y teorías pseudocientíficas sobre desastres, que dejó a los editores eternamente en deuda con él. Y tal es la perversidad de la naturaleza, que esta aparente fantasía tiene mayor importancia científica que su predicción del retorno de un cierto montón de basura orbitante.

Un fragmento nunca visto de un cometa chocó con la Tierra hace setenta y tantos años, causando algunos desastres; era mucho menor que el *Halley* y otros muchos cometas. El bombardeo de los planetas interiores, constatable en la superficie de la Luna, todavía no ha cesado del todo y, a intervalos muy largos, los grandes cometas o sus residuos pueden herir gravemente la Tierra. Al decir esto

Una versión de nuestro siglo sobre la catástrofe que dio origen a los sistemas de galaxias: Nueva York es un blanco privilegiado para esta clase de sucesos de ficción. (Ronald Grant Archive.) El cartel dice: «Tiene cinco millas de grosor... Viene a 30.000 millas por hora... ¡Y no hay en la Tierra lugar donde esconderse!»



se tiende a crear pánico entre las personas sin sentido de los abismos descubiertos en el tiempo geológico desde que se escribió la Biblia y con poca percepción de las vastas proporciones del sistema solar. Si Satanás nos está lanzando bolas de nieve desde la nube de Öoo, su puntería es poco impresionante.

Halley retrasó treinta años la publicación de su artículo sobre el Diluvio para la *Royal Society*, temiendo el *ultra crepidam* y también la “censura del Estamento Sacro”. Pero en el Estamento Sacro había quienes estaban deseando, tras la revolución copernicana, que la Biblia se revalidara en términos cometarios. Dieciocho meses después de la charla de Halley, el clérigo y matemático William Whiston, de Cambridge, modificó y embelleció la versión de Halley.

En su “bestseller” *Una nueva teoría de la Tierra*, Whiston narraba cómo la propia Tierra inició su existencia en forma de cometa que se convirtió en planeta. Un segundo cometa “con poca o ninguna atmósfera” chocó contra el Ecuador y puso en rotación a la Tierra. La maldad de los humanos trajo un tercer cometa punitivo que pasó por las cercanías de la órbita terrestre al mediodía, hora de Pekín, del 2 de diciembre de 2926 a.C. La fuerza de la ola gigante resquebrajó la Tierra y la cola del cometa (“una especie de niebla”) la empapó con una cubierta de agua de seis millas de profundidad:

... un cometa puede pasar tan cerca de la masa de la Tierra que la envuelva con su atmósfera y su cola durante cierto tiempo y deje prodigiosas cantidades de las mismas condensadas y expanda vapores por toda su superficie.

El cometa en cuestión era el mismo que Whiston y sus lectores habían visto en 1680-81 y para el cual el propio Halley había propuesto una órbita de 575 años. Y lo mismo que había habido “la antigua inundación”, habría “el futuro incendio”: un cometa prendería fuego al mundo. Si tenía que ser el mismo cometa de 1680, entonces ocurriría en

el siglo XXIII d.C. Con todo esto, Whiston trataba de demostrar la veracidad del *Génesis* y de la Revelación. Por aquella época Voltaire escribía desde Inglaterra y contaba a sus lectores que Whiston era “tan irracional que se asombraba de que la gente se riera de él”. No todo el mundo se reía, y algunos confundieron al planeta Marte, que se acercó bastante en 1719, con un cometa en camino de acabar con todos.

Las especulaciones de Whiston no eran absolutamente estúpidas en un tiempo en que la Biblia era la principal fuente de información sobre la prehistoria. Descripciones parecidas fueron hechas a menudo por autores posteriores, pero a mediados del siglo XX es evidente que el *Génesis* no debe tomarse demasiado al pie de la letra. La cronología radiactiva demostró que la Tierra tiene varios miles de millones de años, al tiempo que los fósiles de animales hablan de la lenta y majestuosa evolución de la vida. Pero todavía se puede sacar dinero a la credulidad humana. La más estúpida de todas las teorías sobre los cometas tiene el aspecto de una parodia de Halley y Whiston; los partidarios de Velikovsky dirían que incluso se anticipó a las actuales opiniones sobre la existencia de vida en los cometas.

Según el psicoanalista Immanuel Velikovsky, que murió en 1979 y fue llorado por una extensa banda de devotos, los cometas no sólo trajeron a la Tierra el virus, sino chinches y ranas con todos sus pelos y señales. Velikovsky explicaba muchos milagros del Antiguo Testamento invocando a un inmenso cometa desprendido del planeta Júpiter. Este cometa barrió la Tierra más de una vez, ocasionando no sólo el Diluvio sino también el mar Rojo y (en una clara inversión de Whiston) la añagaza de Josué de detener el Sol, al parar la rotación de la Tierra. Luego de alborotar durante un cierto tiempo, desperdigando los animales para ocasionar las plagas de Egipto y el maná de hidratos de carbono para alimentar a los israelitas, el cometa se ins-

taló en una órbita circular, según dice Velikovsky, y se convirtió en el planeta Venus.

A diferencia de Hoyle y Wickramasinghe, e incluso de Whiston en su época, Velikovsky era indiferente a los hechos y a las teorías demostrados. Quienes no son científicos se quejan de que los astrónomos respondieron con excesiva furia y dogmatismo a *Los mundos en colisión*, de Velikovsky. Desde luego que fue así, pero los astrónomos, como hemos visto con demasiada frecuencia, sólo son humanos. ¿Cómo hubieran reaccionado los historiadores —me pregunto yo— si un psicoanalista se hubiera enriquecido con los réditos de un libro donde se afirmara —como “realidad” y no en broma— que Napoleón fue en realidad la mujer pintada en la Monna Lisa de Leonardo y que, luego de un lígüe con Karl Marx, dio a luz a George Washington?

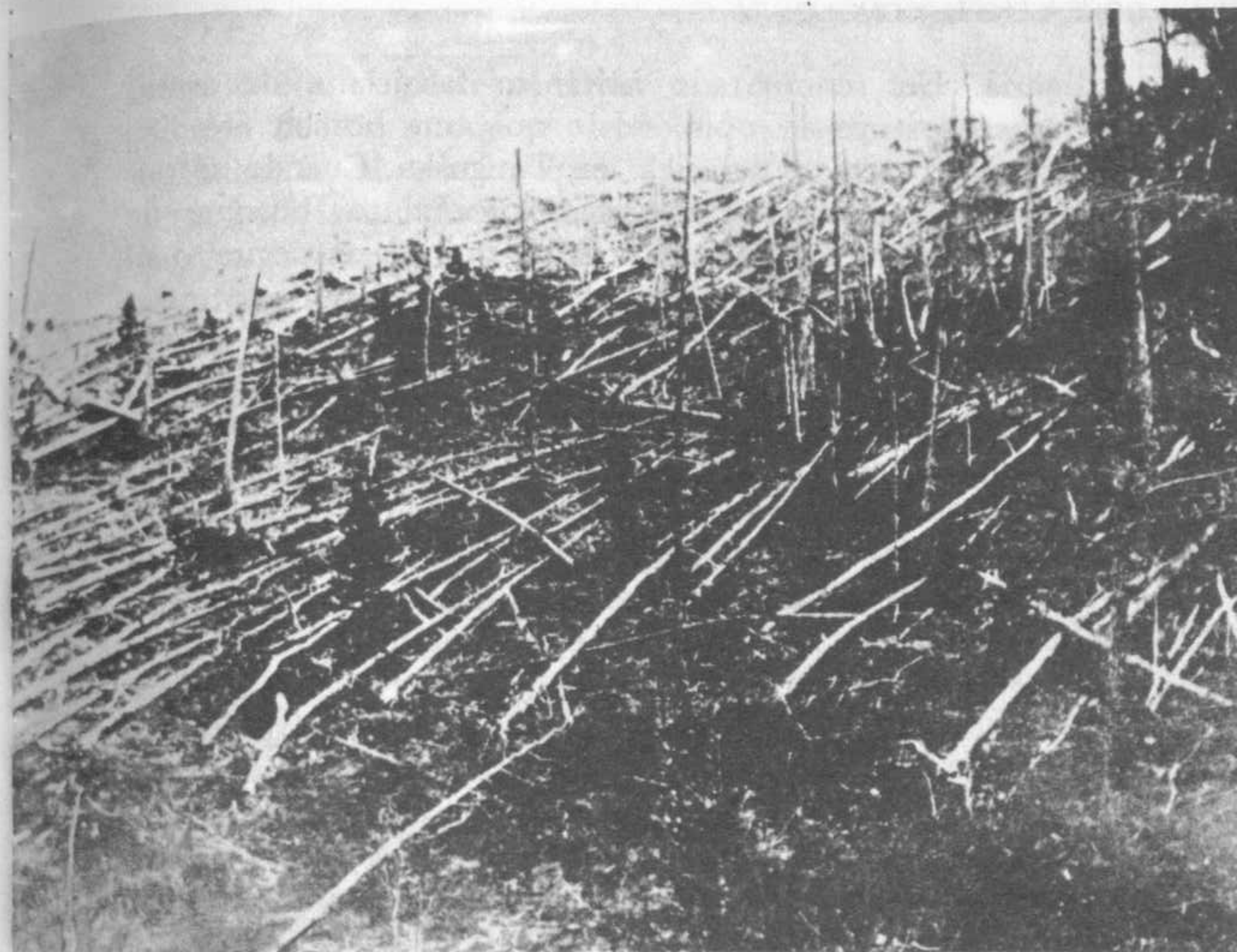
Si los cobardes mueren cien veces, lo mismo les ocurre a los crédulos, y las concretas expectativas del “choque casual con un cometa” prevalecieron en París en 1773 y en Londres en 1857. Mientras que los franceses cayeron en el pánico empujados por los dudosos rumores de que un cazador de cometas esperaba el impacto, el susto de los ingleses fue más deliberado. Se puso a la venta en Londres, al precio de seis peniques, un libro con el título de *¿Chocará con la Tierra el gran cometa que actualmente se acerca a gran velocidad?* Predecía la reaparición de un cometa avistado en 1264 y en 1556, y advertía a la gente que tuviese cuidado con el gran calor que se produciría. En 1858 apareció a su debido tiempo el cometa *Donati*, pero desde una dirección completamente distinta de la de los anteriores cometas, que en cualquier caso no eran el mismo y falló.

En las narraciones que no pretenden ser verídicas, los autores someten a nuestro pobre planeta a una lluvia de terror. El cometa *Hamner-Brown* destruyó la civilización mediante impactos directos, enormes maremotos y una guerra nuclear que estalló entre Rusia y China, en *El mar-*

tillo de *Lucifer* (*Lucifer's Hammer*, 1977) de Larry Niven y Jerry Pournelle. En la película mal llamada *Meteoro* (*Meteor*, 1979), un cometa se estrella contra Orfeo, un asteroide del cinturón principal, y un fragmento siega limpiamente los rascacielos de Nueva York, aunque el mundo se salva del impacto central mediante la utilización conjunta de las armas nucleares soviéticas y norteamericanas. El rasgo más convincente de la historia era la gran cantidad de alcohol que consumían los astrónomos que seguían la aproximación del fragmento.

Los efectos de los cometas de ficción no siempre han sido adversos: en *Olga Romanoff* (1894), George Griffith se deshacía limpiamente de su invencible villana gracias a un dardo procedente del cielo, mientras que *En los días del cometa* (*In the Days of the Comet*, 1906), H.G. Wells hacía que los vapores benignos de la cola de un cometa provocaran una eclosión de razón, paz y amor en todo el mundo, en una utopía que se adelantaba a Velikovsky. Pero la verdadera colisión con un cometa en la primera década del siglo pasó desapercibida. Más tarde fue piedra de escándalo y el Suceso de Tunguska reverberó durante décadas en la imaginación de los mundos científicos y pseudocientíficos.

A comienzos de la mañana del 30 de junio de 1908, el maquinista del Transiberiano oyó fuertes detonaciones y supuso que el convoy había explotado. Cuando paró, los pasajeros, con los ojos desorbitados, dijeron que habían visto una bola azul brillante de fuego que surcaba el firmamento envuelta en una humareda. A seiscientos kilómetros al noreste, en el valle del río Pogkamennaya Tunguska, el choque arrancó una gran extensión forestal. Mató a los renos y desperdigó las tiendas de un campamento de nómadas situado a mucha distancia de la explosión. En términos actuales, fue como el estallido de una bomba H. Los especialistas que oyeron la noticia sospecharon que se trataba de un gran meteorito, pero las dificultades de las guerras y las revoluciones en curso les impidieron llegar



En 1908 un pequeño fragmento de cometa cayó en Siberia y la onda expansiva arrasó miles de kilómetros cuadrados de bosque. (Novosti Press Agency.)

al lugar de los hechos hasta 1927. Entonces, y en las posteriores expediciones soviéticas, hallaron la foresta destrozada, pero ningún gran cráter, sólo un cierto número de agujeros pequeños y algunas partículas meteoríticas de una décima de milímetro de grosor.

Por tanto, los extraños hechos de Siberia quedaron abiertos a cualquier explicación disparatada y sobrenatural. Cuando los físicos descubrieron la antimateria, hubo quien sugirió que un pedazo de esa mortal sustancia había sido la causa del Suceso de Tunguska al aniquilar la materia

ordinaria. Un renombrado británico fabricante de armas nucleares sostuvo la opinión de que una bomba atómica natural había caído del cielo en Tunguska. Cuando se popularizaron los platillos volantes, los remotos bosques de Siberia habrían sido espachurrados por el despegue o el accidente de una nave espacial alienígena. En cuanto los astrónomos se interesaron por los agujeros negros se dijo que uno de ellos había taladrado la Tierra entrando por Tunguska y saliendo por el Atlántico.

La explicación más plausible, con mucho, del Suceso de Tunguska fue la de que un pequeño cometa había tropezado con la Tierra. Esta sugerencia, original de Francis Whipple, de Kew, Londres, a no confundir con Fred Whipple, el Creador de las Bolas de Nieve, de Cambridge, Massachusetts, se propuso en 1930. Pero el alza de la teoría de los cometas como bolas de nieve favorecía tal interpretación del Suceso de Tunguska, y en la década de 1960 los científicos soviéticos tendían a mostrarse de acuerdo. En 1976, un científico israelí, Ari Ben-Menahem, de Rehovot, repasó toda la información y concluyó que la explosión principal se produjo a 8,5 kilómetros sobre el suelo y equivalió a la detonación de 12,5 megatones (millones de toneladas) de potentes explosivos. Lo que viene a ser una bomba H moderadamente grande. David Hughes, de Sheffield, calculó que para tal explosión bastaría con el impacto de una bola de nieve Whipple-Whipple de tan sólo cuarenta metros de diámetro y que pesara unas 50.000 toneladas.

La ausencia de grandes piedras y de cráteres tiene sentido si el cometa era fundamentalmente de hielo. Que no fuera localizado en el espacio antes de chocar no es sorprendente: un cometa tan pequeño no sería visible a simple vista hasta pocos minutos antes del impacto. Los materiales que se desprendieron del cometa conforme penetraba en la atmósfera sobre Europa y Asia explican el misterioso brillo del firmamento nocturno percibido en esas regiones durante julio de 1908. Sólo quedaba un cabo suelto. Un

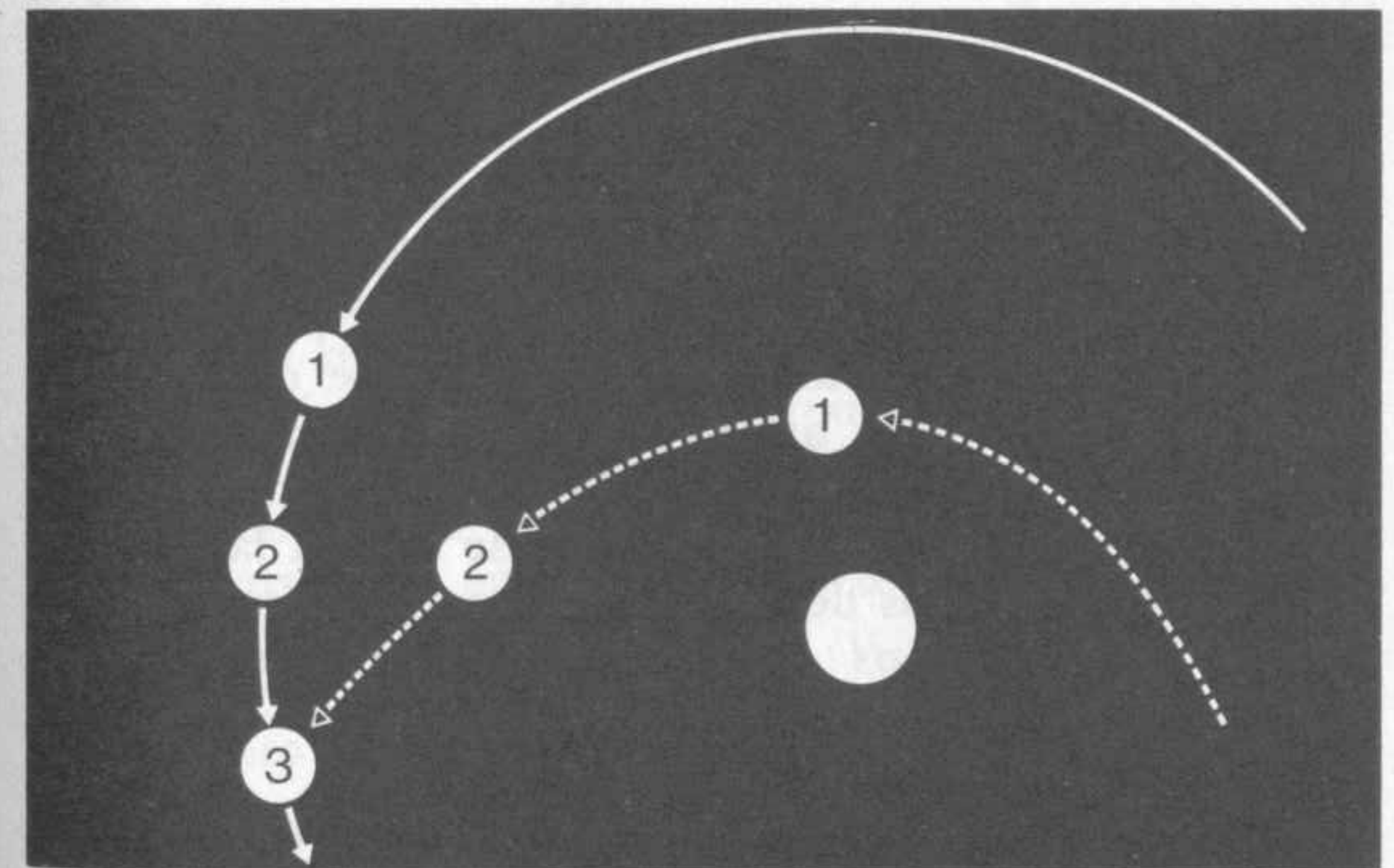
premio Nobel norteamericano sostenía la tesis de que el Suceso de Tunguska se debió a un cuerpo que contenía antimateria, al afirmar que la cantidad de carbono radiactivo de la atmósfera terrestre había aumentado a raíz del hecho. Hughes y un colega se tomaron grandes molestias para explicar el radiocarbono, hasta que una carta del famoso individuo afirmó que había querido decir lo contrario: no hubo aumento del radiocarbono. Otro candidato al banco de esperma, por lo que parece.

El cometa de Tunguska coincidió con una lluvia diurna de meteoros compuesta por partículas de polvo de la órbita del cometa *Encke*, de manera que es probable que

Trayectoria descrita ----- hasta chocar con la Tierra ———, en Tunguska, en 1908, por un microcometa que se supone parte del cometa Encke (según L. Kresak).

En el diagrama:

1. 21 mayo
2. 10 junio
3. 30 junio



aquel fuera un pequeño fragmento de éste. Lubor Kresak, de Bratislava, ha elaborado un detallado informe para demostrarlo. Si todo el núcleo del *Encke*, con una masa cien mil veces mayor, hubiera chocado contra Siberia habrían muerto más que renos. Pero la amenaza para la Tierra no viene exactamente de los cometas activos que blanden sus cabezas y colas alrededor del sistema solar, sino de los pequeños y oscuros asteroides apolo, los microplanetas que atraviesan el camino de la Tierra.

Por razones de higiene mental puede que merezca la pena minimizar los riesgos de una colisión cósmica. A veces los amantes de los cometas tratan de encubrirlos, buscando convencer a sus conciudadanos de que los cometas únicamente son bonitos. Verlos como objetos perjudiciales que deben mantenerse bajo control concuerda mejor con los hechos.

El jugador de ruleta está seguro de que ganará una y otra vez si sigue jugando siempre y los impactos de las bolas de nieve de las cabezas de los cometas es seguro que ocurren dentro de las grandes escalas temporales de la geología, aunque las probabilidades de que cualquier cometa concreto, de los que orbitan al azar, acierte a la Tierra vienen a ser algo así como de una entre mil millones. Ni siquiera los cometas cuyas órbitas fijas cruzan una vez tras otra la de la Tierra tienen muchas posibilidades de acertarnos mientras sigan brillando. Pero los cometas activos pueden haber dejado sus huellas dactilares en la superficie de la Luna, en forma de espirales brillantes que se superponen a las antiguas pendientes y cráteres. Los científicos de Houston las relacionan con las banderolas que se ven en las cabezas de los cometas, zonas de polvo y gas que golpean la Luna a gran velocidad. Los cometas son fuertes candidatos a las colisiones más violentas con la Tierra, pero es mucho más probable que den en el blanco los apolos.

Las órbitas de los apolos son sorprendentemente similares a la del *Encke* y cuando este cometa haya agotado sus re-

servas de materiales volátiles, después de muchas visitas al Sol, es de esperar que se convierta en un microplaneta oscuro, compuesto de residuos pedregosos y alquitranados, tal vez de un kilómetro de diámetro: en realidad, en un objeto apolo. Ernst Öpik viene defendiendo desde hace mucho que los apolos son cometas muertos. En la actualidad, George Wetherill, de Washington, ha calculado las reservas de cometas y las considera más que suficientes para explicar todos los apolos, sean visibles o barruntados. Basta con que el fútbol gravitatorio y la propulsión a chorro coloquen en una órbita como la del *Encke* a un cometa cada 65.000 años o así.

Los astrónomos han localizado unos treinta apolos, por ahora, que cruzan una y otra vez la órbita de la Tierra de manera desordenada, y de ahí infieren la existencia de muchos cientos de tales objetos, de un kilómetro o más de diámetro, que circulan por el interior del sistema solar. Son difíciles de ver porque son pequeños y oscuros y en 1937 Hermes salió del vacío y se escabulló por detrás de nosotros a tan sólo el doble de distancia de la Luna. Estos cadáveres de cometas deben considerarse las formas más desagradables de polución celeste, porque más de uno de cada cuatro apolos está obligado a chocar con la Tierra antes o después.

Según concibe Wetherill el funcionamiento de la ruleta celestial, los cometas de la clase *Encke* se transforman en apolos a un ritmo de quince cada millón de años. De esos quince, el fútbol gravitatorio expulsa a siete, sin causar daños. La mitad de los ocho restantes colisiona con Mercurio, Venus, Marte o la Luna. Cuatro chocan con la Tierra. En otras palabras, un microplaneta acierta a la Tierra cada 250.000 años. El objeto típico tiene un kilómetro de diámetro y excava un cráter de unos veinte. La energía del impacto equivale a una fuerza explosiva de 100.000 megatonnes (millones de toneladas) de TNT. Con mucha menor frecuencia, tal vez una vez cada cien millones de

años o así, el objeto impactante tiene unos diez kilómetros de grosor y entonces la explosión es mil veces mayor.

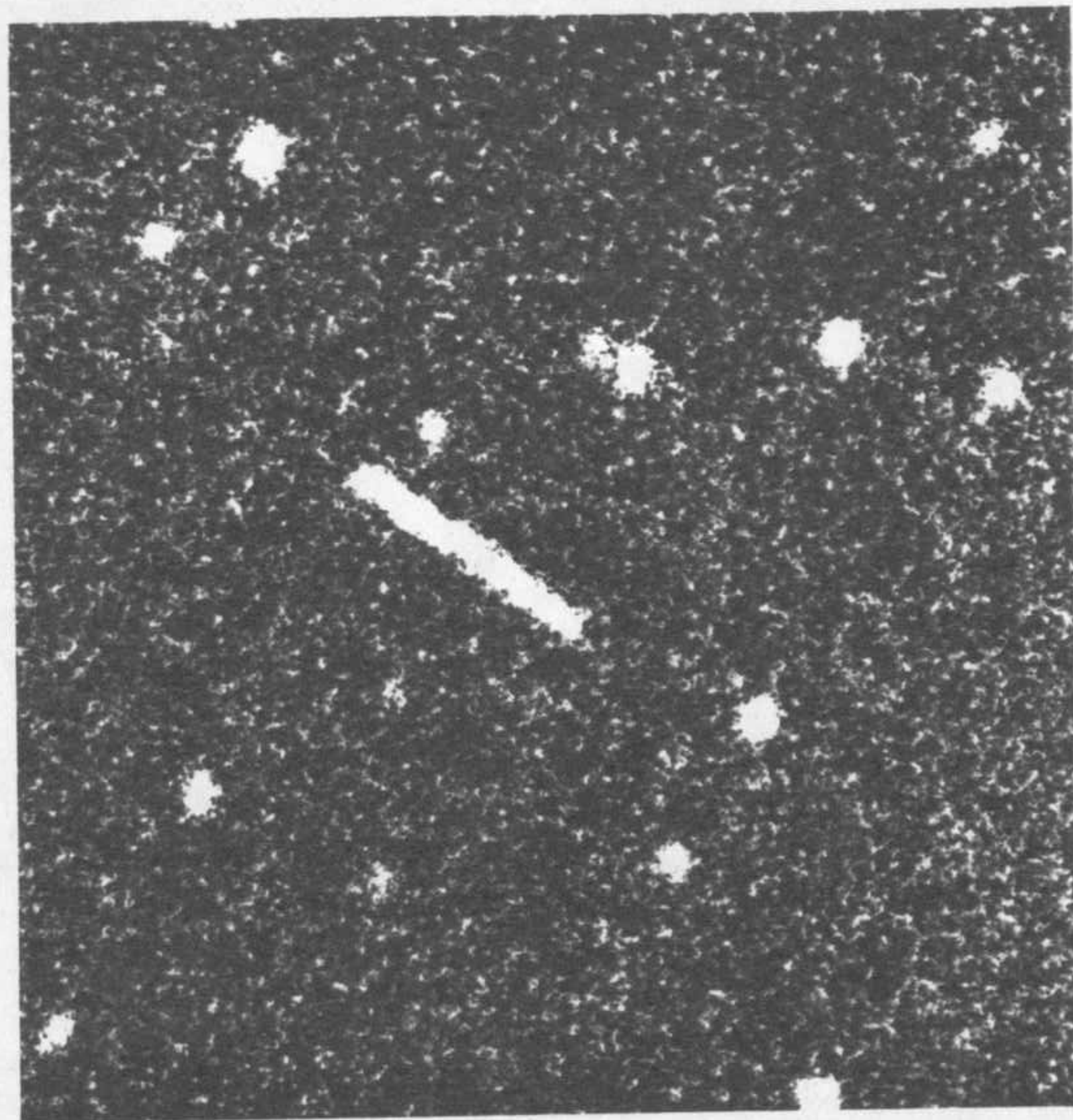
En las colisiones espaciales, la energía motriz se convierte en energía explosiva y cada tonelada de hielo del cometa o de basura del apolo se transforma en el equivalente de potentes explosivos, de peso mucho mayor, desde un mínimo de catorce toneladas de TNT cuando el objeto extraño es meramente capturado por la gravedad terrestre hasta más de cien veces esa cantidad si el objeto es un cometa de largo curso que atraviesa a gran velocidad la órbita de la Tierra. La mórbida fórmula de la energía es $\frac{1}{2} m v^2$ donde m es la masa y v^2 el cuadrado de la velocidad con que se produce el impacto.

Durante varias décadas, especialistas con imaginación han sospechado que los choques de sucesivos cometas y apolos eran responsables de trastornos en la vida terrestre, constatables en los fósiles. Ahora da la impresión de que tal suposición es cierta y los cronistas de la vida, que recientemente han tenido que ajustar sus ideas a la confirmación de una idea tan loca como la deriva de los continentes, hacen frente hoy a otra. Al igual que con las glaciaciones y los agujeros negros, los descubrimientos de la ciencia fáctica se han vuelto más dramáticos y las imágenes mentales que evocan, más horribles que todas las conjuradas por la ciencia ficción y la pseudociencia.

Los admiradores de Edmond Halley pueden estar agradecidos a que no prosiguiera su carrera de botánico. Su única propuesta en este campo fue un experimento para ver si las plantas de jardín prosperarían en caso de suprimirles por completo la luz del día utilizando hojas de pa-

Las manchas y los remolinos de colores claros esparcidos entre los cráteres pueden ser rastros de los cometas caídos en la Luna. El mayor de los dos pequeños cráteres del centro de la imagen se cree que señala el impacto del núcleo de un cometa. (P. Schultz y L. Srnka, NASA.)





Los objetos apolo —pequeñas masas de colores oscuros que cruzan la órbita de la Tierra— son difíciles de ver, pero su movimiento con relación a las estrellas puede hacerlos destacar, al registrar una raya en la fotografía del telescopio. En la imagen, Ra-Shalom, llamado así por haber sido detectado en 1978 en la época de las conversaciones de paz sobre el Medio Oriente. (Eleanor Helin; fotografía del Palomar Observatory.)

pel de estraza sobre cristal, que es como querer saber si los pájaros cantarían de otra forma después de haberseles cortado la cabeza. Huele a los proyectos que vio Jonathan Swift durante una visita a la *Royal Society* en 1710, cuando Halley llevaba treinta años de miembro y estaba

a punto de pasar a ser el secretario de la sociedad. En *Viaje a Laputa* (*A Voyage to Laputa*) Swift describe a los “proyectistas” de la Academia de Lagado, a quienes Gulliver encuentra ocupados en planes para sembrar la tierra con salvado, propagar una raza de ovejas desnudas, producir libros de filosofía mediante combinaciones aleatorias de palabras y extraer rayos de sol de los pepinos.

Con una exageración sólo moderada, Swift capturó la entusiasta ignorancia del siglo XVIII. El proyecto con papel de estraza de Halley precede todo conocimiento experimental serio sobre cómo utilizan las plantas la energía que irradia la luz del Sol para combinar el dióxido de carbono y el agua, creando así el alimento de que, directa o indirectamente, depende toda la vida animal. Este proceso viene funcionando ininterrumpidamente desde los primeros días de la vida sobre la Tierra. ¿O acaso se ha interrumpido? Tres siglos después de Halley sale a la luz que un cometa, activo o apagado, puede de hecho envolver a todo el planeta en papel de estraza, una deplorable proeza que mataría a la mayor parte de los seres vivos. Y eso, parece ser, es lo que aconteció a los dinosaurios.

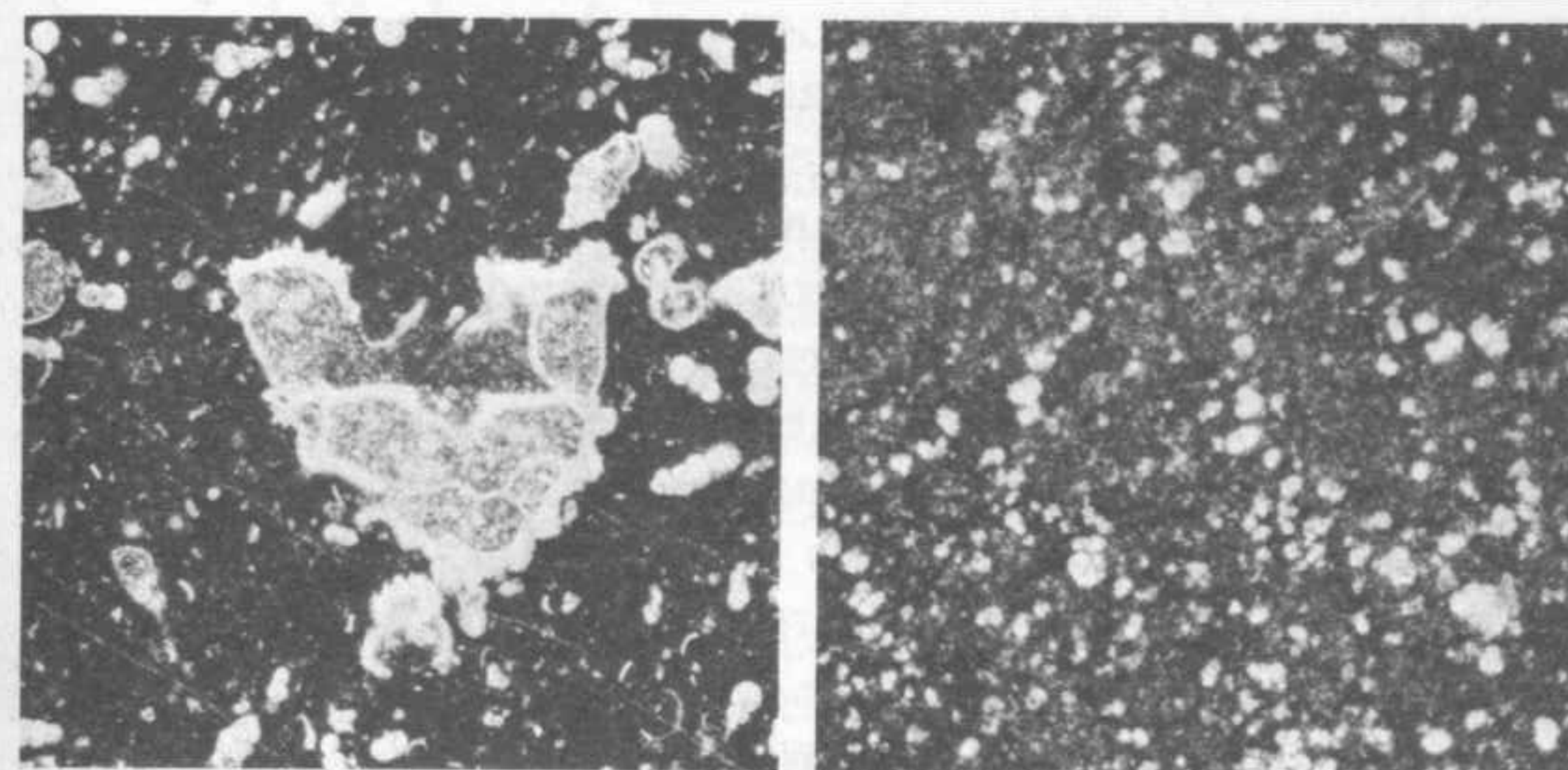
Cometas y dinosaurios tienen en común la extravagancia de su tamaño, las largas colas y una inquietante nota de terror. Si la gente enloqueció por los cometas, no está menos demente en lo que respecta a los dinosaurios, y afirmar que un cometa mató a los dinosaurios amenaza con combinar las manías. Pero cuando recibí de Berkeley y Amsterdam unos tétricos manuscritos, me sentí obligado a salir volando y ver por mí mismo el ataúd de los dinosaurios. Ataúd que recubrió el mundo y amortajó los huesos de la última dinastía de dinosaurios. Pasados sesenta y cinco millones de años del acontecimiento, los procesos geológicos lo han enterrado, erosionado o destrozado. Donde mejor se conservan los restos de modo accesible es donde los movimientos de la Tierra han sacado al aire los bien preservados sedimentos situados en el fondo del antiguo mar.

Un lugar de este tipo es Umbría, en Italia, de manera que allí me encontré, en la pequeña ciudad medieval de Gubbio.

Un geólogo de Perugia, Giampaolo Pialli, me condujo a una garganta de las inmediatas afueras de Gubbio donde el río ha excavado entre las rocas y sacado al exterior los estratos de la antigua piedra caliza roja. Están inclinados ligeramente, como una baraja de cartas erguida junto a la carretera, y documentan muchos millones de años de la historia de la Tierra. Fuimos hasta la garganta pasando por los estratos de los períodos geológicos llamados Jurásico y Cretáceo. Durante todo ese tiempo y más, los reptiles dominaron en el continente luego desintegrado de Pangea.

Mi guía suprimió todas las vagas conjeturas conforme fue señalando los muchos puntos en que se habían tomado muestras de las rocas como prueba de las repetidas inversiones de la orientación del magnetismo terrestre. Correlacionándolas entre distintos lugares del globo, las pautas de la oscilación magnética ayudaban a entresacar con precisión los acontecimientos correspondientes. Digamos de paso que indicaban que la muerte de los dinosaurios no coincidía, como algunos hubieran querido, con una inversión del magnetismo. Las últimas rocas cretáceas no presentaban indicios del sino que aguardaba a los dinosaurios. Y más allá, descendiendo por la pared rocosa, limpio como una línea que atravesara la escala temporal del geólogo, estaba el ataúd de los dinosaurios.

Era un estrato de barro rojo marronoso, escasamente de un centímetro de espesor. Más allá reaparecían las capas calizas, pero del Terciario, cuando los dinosaurios ya se habían extinguido. Desde la carretera, los puntos que habían servido de muestras del paleomagnetismo envolvían la capa del ataúd como impactos de balas. Cuando me erguí y cogí una lámina de barro, sabía que era rico en material que no procedía de la Tierra. Levantando la vista desde el barro que tenía en la mano hasta el Sol difuminado por la nubes, me esforcé por visualizar el barro en forma de



El desastre que afectó a los pequeños animales marinos al mismo tiempo que perecían los dinosaurios se hace patente en estas fotografías al microscopio de rocas de la garganta del Bottaccione, en Gubbio (Italia). La primera imagen muestra algunos foraminíferos, de medio milímetro de espesor, que vivieron al final del Cretáceo; después del acontecimiento, su lugar fue ocupado por una especie mucho más pequeña. (W. Alvarez, University of California, Berkeley.)

polvo fino lanzado al aire por la colisión de un cometa o un apolo, que convertiría el día en noche.

El Caso de los Dinosaurios Desaparecidos tiene un interés que va más allá de los pequeños mundos de los amantes de los cometas y de los cazadores de dinosaurios. A finales del período Cretáceo, los gigantescos animales que habían dominado la escena durante más de cien millones de años, mascando hojas o masticando carne, súbitamente desaparecieron. De no haber sucedido este acontecimiento, nosotros los mamíferos seguiríamos siendo bestias como las musarañas, acobardados en huecos y ramas para eludir sus feroces dientes y mandíbulas; nuestros ojitos globosos ni siquiera se habrían percatado de los cometas.

En cuanto los cazadores victorianos de fósiles constataron la decadencia de los dinosaurios, las explicaciones proliferaron. La teoría más concisa era que los dinosaurios eran de-

masiado grandes para caber en el Arca de Noé. La más persistente sostenía que eran demasiado estúpidos para sobrevivir y los activistas ingleses contra las armas nucleares utilizaron hacia 1960 el eslogan: "Los dinosaurios murieron: demasiado grande la armadura, demasiado pequeño el cerebro". La calumnia ha durado hasta entrada la década de 1980, en un llamativo cartel donde un fabricante alemán de automóviles compara los productos de sus competidores a los decrepitos dinosaurios condenados a la extinción; el anuncio provocó silbidos reptiles de los amantes de los dinosaurios y fue retirado.

Los productores de Hollywood presentan a las mujeres acobardadas en sus pieles de ciervo mientras sus hombres luchan con las grandes bestias en la edad de piedra, deshaciéndose de la laguna de sesenta millones de años que separa la muerte de los dinosaurios de la aparición de la mujer. Y quienes creen que Dios fue un astronauta no tienen la menor dificultad en imaginarse un Buffalo Bill masacrador de rebaños de saurópodos con rayos láser, arrojando granadas de mano de californio en los cubiles de los tiranosaurios y lanzando misiles tierra-aire contra los pterodáctilos, que al mismo tiempo perdían el dominio del cielo. Pero también hay que convenir en que el intruso tenía un hambre pantagruélica de mariscos.

A finales del Cretáceo el planeta sufrió un cambio marino. Las amonitas, bien conocidas por los coleccionistas de fósiles como criaturas arrolladas en conchas y propulsadas a chorro, perecieron de manera tan tajante como los dinosaurios; lo mismo les ocurrió a otros grupos de pequeños animales marinos y a notables monstruos marinos como los plesiosaurios. La monomanía por los dinosaurios hace a la gente olvidarse de las amonitas, pero la simultánea terminación de una extensa variedad de formas de vida sobre la tierra y el mar desdice todas las soluciones especiales para dinosaurios. De modo que incluso si las recién evolucionadas orugas destruyeron la vegetación tan mi-

nuciosamente como las langostas, e incluso si los mamíferos similares a las ratas desarrollaron un apetito voraz por los huevos de dinosaurio, según postulan un par de teorías, eso no hubiera afectado en absoluto a la vida de más allá de las playas. La misma objeción vale, por desgracia, para la más imaginativa de todas las explicaciones sobre la desaparición de los dinosaurios, que la pone en relación con el nacimiento de las modernas plantas con flores. El involuntario cambio de la dieta, dice esta teoría, privó a los dinosaurios de las grasas laxantes presentes en las anteriores coníferas, helechos y cicadas, de modo que todos perecieron de estreñimiento, que no debe ser poca cosa tratándose de dinosaurios.

Los desesperados resuelve problemas se dirigieron entonces hacia las causas físicas: un drástico descenso del nivel del mar, un enfriamiento global, la radiación atómica procedente del espacio que se abrió paso al trocar la tierra su magnetismo, la explosión de una estrella próxima... La necesidad de una explicación definitiva del fenómeno daba lugar a tantas teorías como cualquier cometa. Hace diez años existía la misma confusión y un centenar de hipótesis contradictorias alrededor de los períodos glaciales. Para estos, la explicación correcta surgió en buena medida de los análisis de la composición atómica de los fósiles del fondo del mar, que revelaron el auténtico ritmo de las glaciaciones. De manera que yo estaba dispuesto a creer lo que los manuscritos me habían contado: que la composición atómica del barro rojo marronoso procedente del antiguo lecho marino, que tuve en mi mano en la garganta de Gubbio, daba la respuesta definitiva al problema de los dinosaurios.

Los microfósiles estudiados allí y en similares emplazamientos por una generación de científicos fijaron la escala temporal de la crisis entre límites aún más estrechos. En Caravaca, al sudeste de España, donde la estructura de las rocas es muy parecida a la de Gubbio, recientemente Jan Smit, de Amsterdam, estableció que la prolífica vida marina

se detuvo de repente. El plancton, que constituye las praderas del mar, desaparece en menos de cinco milímetros de sedimento, lo que significa unos cien años, como máximo. Posteriormente, las aguas superficiales se mantuvieron desiertas durante diez mil años. Antes de que se recurriera a los análisis atómicos, los propios fósiles anunciaron que el acontecimiento que acabó con el Cretáceo fue rápido y catastrófico, y descartaron todas las hipótesis que proponían un cambio gradual en el clima, la ecología y las evacuaciones fecales.

En la Universidad de California, en Berkeley, un eminente físico, Luis Alvarez, sumó sus fuerzas con las de su hijo, Walter Alvarez, geólogo familiarizado con los cruciales estratos de Gubbio. Su primera idea consistió en utilizar delicados métodos de análisis químico como procedimiento alternativo para descubrir, no qué fue lo que mató a los dinosaurios, sino cuánto tiempo duró la crisis. Su razonamiento era que el polvo meteórico que llueve de forma invisible pero continuada sobre la tierra y el mar, era relativamente rico en iridio, un metal muy escaso en los materiales normales de la corteza terrestre. La cantidad de iridio contenida en la fina capa de barro de finales del Cretáceo podría indicar, por tanto, el tiempo que había tardado en formarse el barro. Las muestras de Gubbio fueron a un reactor de investigación de Berkeley, para volverlas radiactivas, de modo que fuese posible reconocer el iridio y los demás elementos por los rayos gamma que emitieran.

Los resultados cayeron como una ducha fría: la cantidad de iridio se multiplicaba por un factor treinta en comparación con las calizas adyacentes. O bien el estrato de barro había tardado una improbable cantidad de tiempo en formarse o bien la Tierra se había inundado súbitamente de iridio. Resultados aún más sorprendentes se obtuvieron con el mismo estrato arcilloso en otros lugares. Las muestras danesas llevadas a Berkeley por Walter Alvarez mostraron un aumento del iridio de 160 veces. Entonces el

holandés Jan Smit, que colaboraba con el belga Jan Hertogen, especialista atómico y meteorítico, encontró en el fondo del estrato límite de Caravaca niveles de iridio de 460 veces por encima del normal. El descubrimiento era tan sospechoso como encontrar rastros de arsénico en un agonizante, siendo el paciente en este caso el enfermo planeta Tierra.

Un equipo de forenses compuesto por Alvarez, Alvarez y dos científicos especiales de Berkeley, Frank Asaro y Helen Michel, pronto se convenció de que el iridio no podía proceder de ninguna fuente plausible localizada en la misma Tierra. Tuvieron en cuenta la creencia popular de que la explosión de una estrella pudiera explicar una súbita afluencia de materiales extraterrestres, pero calcularon que la estrella necesitaría haber estado improbablemente cerca para aportar tanto iridio. En todo caso, se echaban de menos los demás síntomas de la explosión estelar, por ejemplo, los átomos de plutonio. De manera que se vieron llevados a proponer que un objeto apolo se estrelló contra la Tierra hace sesenta y cinco millones de años.

Las operaciones matemáticas de los científicos de Berkeley les condujeron, una vez tras otra, a un apolo de unos diez kilómetros de diámetro, un poco mayor que los apolos más grandes conocidos. Al dar en el planeta de los dinosaurios, debió levantar materiales de la corteza terrestre equivalentes a un centenar de veces su propio peso. Una fracción de los residuos se desperdigaría en forma de polvo por todo el mundo, dando lugar al estrato de barro, drogado en su justo grado por el delator iridio del apolo.

De acuerdo con el efecto Krakatau, el polvo tardaría largo tiempo en posarse. Cuando esa isla volcánica se inflamó en 1883, el polvo lanzado a la atmósfera produjo "gloriosas" puestas de sol en todo el globo durante más de dos años. Si un gran apolo acertara contra la Tierra provocaría una explosión más de cien veces mayor que la de Krakatoa. La efímera nube en forma de hongo arrastraría

materiales a la estratosfera, en granos muy finos que tardarían años en posarse. La cantidad de polvo sería más que suficiente para empañar completamente la luz solar y durante cuatro años habría una noche inacabable.

Las plantas dejan de crecer y la consiguiente hambre explica las desapariciones de las especies fósiles. En el mar, las plantas microscópicas mueren casi por completo y, si tal es el verdadero cuadro del desastre ocurrido a finales del Cretáceo, la muerte de los océanos relega al olvido a las amonitas, los plesiosaurios y otros notables animales marinos; presumiblemente, los supervivientes son los que pueden rebuscar en el barro los restos de las plantas de años anteriores. Los restos en putrefacción de plantas y animales que flotan río abajo, mantendrían vivos a algunos animales de agua dulce y, como únicos supervivientes de los grandes reptiles, bien pudieron verter sus lágrimas los cocodrilos.

Las plantas terrestres están mejor equipadas para recuperarse con posterioridad, pero durante el fatal período cesa todo nuevo crecimiento. Confundidos en medio de la betunosa oscuridad, los dinosaurios herbívoros arrancan hasta la última hoja. Los carnívoros celebran un auténtico banquete a base de sus primos herbívoros y luego, enfurecidos por el hambre, se vuelven caníbales. Unos pocos animales de pequeño tamaño —lombrices, insectos, pájaros y similares— sobreviven a los cuatro años de noche alimentándose de la vegetación putrefacta de semillas y nueces, así como unos de otros. Entre éstos se cuentan algunos de los diminutos mamíferos que fundarán nuevas dinastías en el mundo despoblado cuando de nuevo se abra paso la luz del Sol.

“Absolutamente absurdo”, se mofó un amigo mío. Como autoridad en los grandes reptiles, sólo había leído las primeras noticias de prensa sobre el supuesto impacto. Inmediatamente había objetado que algunos grandes reptiles se apegaron en firme y sobrevivieron hasta millones de

años después de acabado el Cretáceo. “¿Qué pasa con las tortugas pelomedúsidas? ¿Y con los cocodrilos *Dyrosaurus*, de seis metros de longitud? Yo los he desenterrado con mis propias manos”. Los ojos le brillaban como ascuas, como si sus tareas manuales confirmaran el argumento.

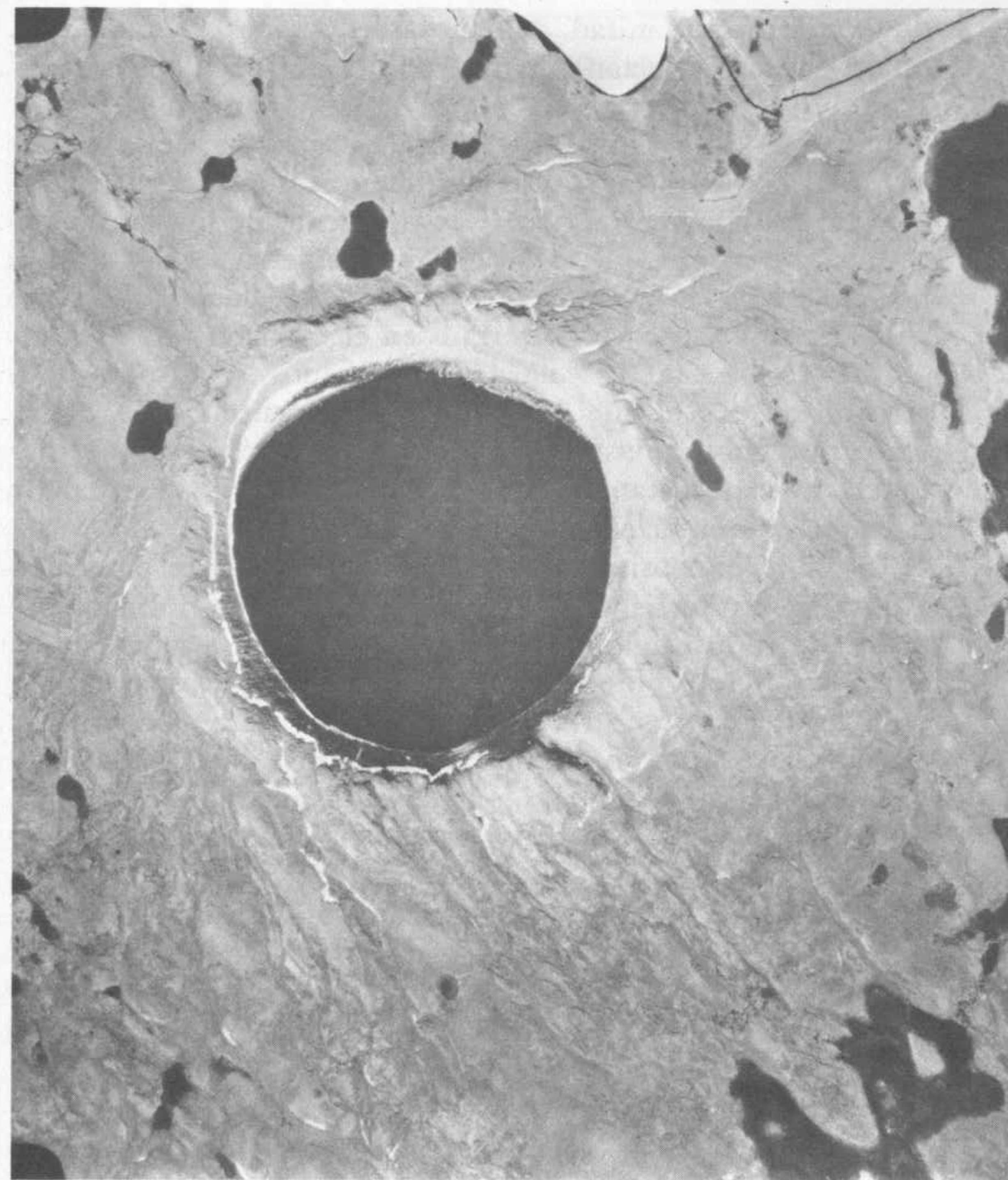
Tranquilamente le dije que había tomado con el dedo muestras de la capa de barro del cometa en Gubbio. Referí las pruebas del grandioso e inusitado suceso y hablé de que el mismo estrato arcilloso se encontraba en Italia, España, Dinamarca, Tunicia y Francia. “Por supuesto”, concedió él, “es evidente que pasó algo, pero no puede ser tan simple como se dice. Necesitamos un control paleontológico”. En menos de cinco minutos mi amigo había pasado del absoluto descreimiento a reclamar, en cuanto especialista, una prueba material. Desde luego, tenía toda la razón: los cazadores de fósiles tendrán que rastrear las complicadas consecuencias del impacto y darle coherencia a la supervivencia de cada clase de plantas y animales. Y pretender que la historia de la vida sobre la Tierra es una mera sucesión de adaptaciones a los catastróficos choques cometarios sería, como mínimo, tan estúpido como ignorar la inevitable intermitencia de ese tipo de acontecimientos.

En 1980, cuando los descubridores de Berkeley publicaron su hipótesis, insistieron en que estaba por demostrar. Jan Smit, de Amsterdam, calificó al impacto de la explicación “más atractiva”. Pero pronto se llevó a cabo positivamente la primera verificación seria de la idea. Si el polvo se había desperdigado por todo el mundo como consecuencia del impacto, entonces el iridio extraterrestre debería comparecer al otro lado del globo, lo más lejos posible de Europa y África. Y así ocurría en muestras tomadas cerca de Canterbury (Nueva Zelanda). La mejor prueba posible sería descubrir un cráter del adecuado tamaño (150-200 kilómetros de diámetro) y de la apropiada edad (sesenta y cinco millones de años). No había ningún candidato evidente entre los cráteres terrestres conocidos y el obús cósmico bien pudo

haber caído en el mar o en una zona terrestre actualmente sumergida. Por ejemplo, hay una figura sospechosa en forma de anillo en el lecho marino de la costa norte de Australia. Antes de que se apresure en busca del mapa, permítaseme mencionar que hace sesenta y cinco millones de años el mundo era muy distinto: Australia estaba todavía soldada a la Antártida; el Atlántico era joven y relativamente estrecho; y el "Mediterráneo" era un viejo océano que estaba siendo estrujado conforme Africa y Europa convergían.

El objeto impactante podría haber sido un cometa en actividad, con materiales helados y volátiles. Kenneth Hsü, de Zurich, se mostró favorable a esta posibilidad y presentó unos mecanismos distintos para la matanza: un enorme calentamiento del aire, el envenenamiento de los seres vivos por el cianhídrico traído por el cometa y extendido por las corrientes marinas, y un drástico aumento del dióxido de carbono disuelto en las aguas del mar. Un avezado investigador de los impactos cósmicos, Eugene Schoemaker, sostuvo que sería difícil explicar la relativa abundancia de iridio achacándola a un cometa activo del adecuado tamaño. Teniendo únicamente en cuenta las estadísticas de la polución celeste, las posibilidades vienen a ser del cincuenta por ciento para un cometa y para un apolo: los grandes apolos escasean mucho más que los grandes cometas, pero vagabundean mucho más tiempo. Los estudios intensivos a que ha dado lugar el descubrimiento en muchos laboratorios pueden ayudar a resolver la cuestión. Algunos especialistas no se sienten todavía satisfechos de que la hipótesis de la explosión de una estrella, que podría explicar tanto la procedencia del iridio como la muerte de muchas plantas y animales, se haya excluido definitivamente. Pero quizás el mejor argumento a favor de la colisión sea el más simple: un hecho que debe ocurrir de vez en cuando.

¿Cómo sería, si tuviéramos la oportunidad de presenciarlo? Tan sólo responder a esta pregunta hipotética es conceder algo a lo irracional. Pero de tratarse de un cometa en activi-



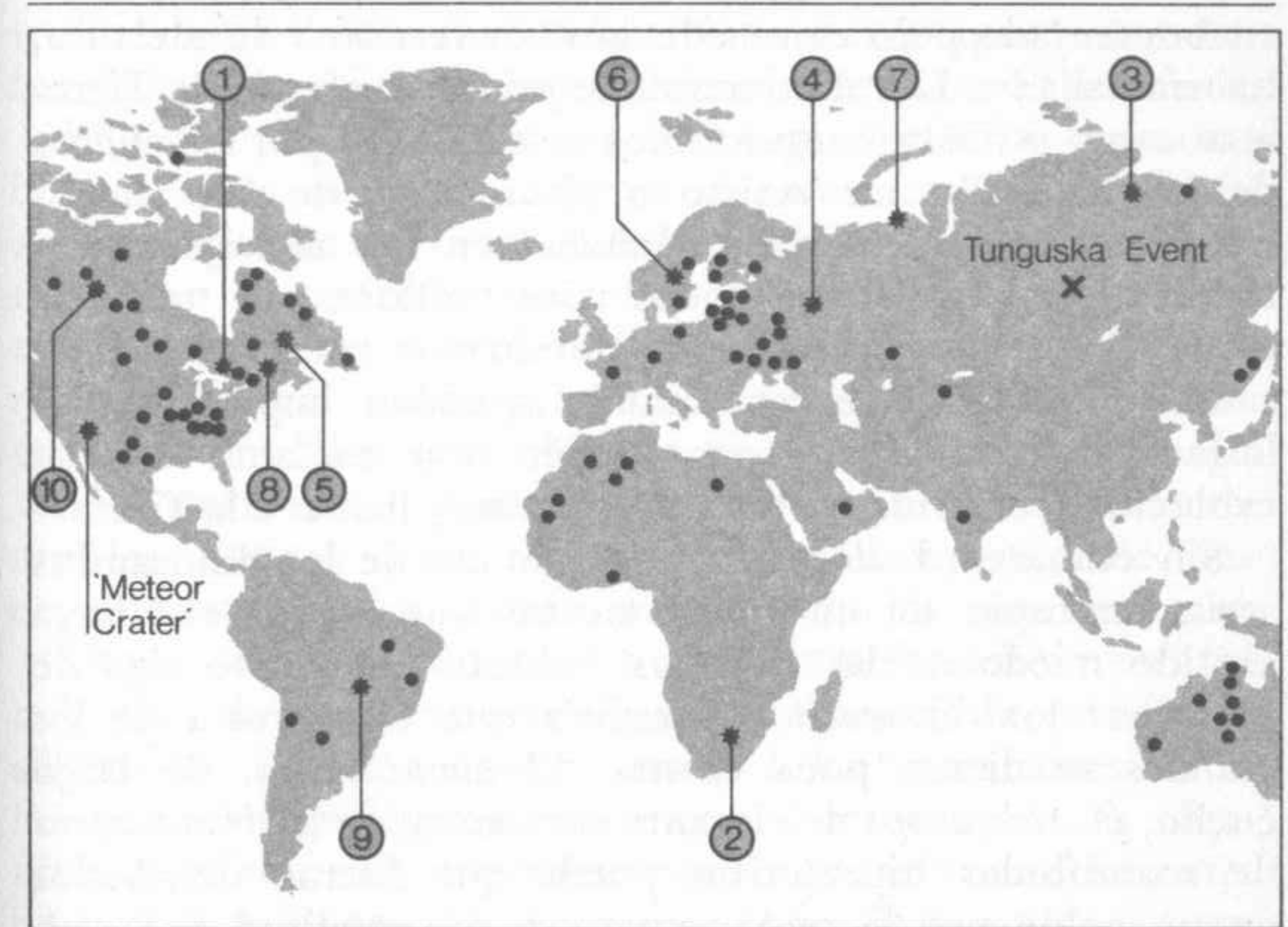
Vista aérea del cráter producido por un impacto y convertido en lago (Nueva Quebec). Un cráter mayor puede verse en la fotografía frente a la pág. 136. (R. Grieve, Canadian Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canadá.)

dad, cubriría la mitad del firmamento; de ser un apolo muerto, aparecería tan grande como el planeta Venus media hora antes y tan grande como la Luna a cuarenta segundos del impacto. De tener una buena perspectiva de la caída, no se sobreviviría para contarlo, aunque se podría reflexionar por un momento sobre el espectáculo de una incandescencia azul mayor que el Everest descendiendo oblicuamente por la atmósfera a cincuenta veces la velocidad del sonido y haciéndose trizas en la tierra o en el mar con una deslumbrante explosión. La oleada de residuos se dispararía a gran altura por el aire y sería completamente visible, como una gran nube aplastada, a cientos de kilómetros de distancia. A esta distancia la onda expansiva llegaría en pocos minutos y reventaría los pulmones del espectador.

La onda expansiva, acompañada de temblores parecidos a los de un terremoto, llevaría la espantosa noticia alrededor de todo el globo y mataría de repente a muchísimos animales. Si el golpe diera en el mar, grandes maremotos (tsunamis) recorrerían los océanos y se desbordarían por las zonas costeras. La nube ensombrecería inmediatamente la escena del impacto: en los lugares distantes, las partículas repartidas por los vientos estratosféricos producirían al principio crepúsculos y amaneceres rojizos y la luna se pondría azul. Y un buen día dejaría de salir el Sol.

El apagón final se iniciaría al cabo de pocas semanas, en una franja que rodearía el globo a la misma latitud en que ocurriera la explosión. A calcular por cómo se desplaza el polvo radiactivo por la alta atmósfera, se necesitaría casi un año para que todo el planeta quedase cubierto; pero como el clima general se vería muy afectado, es difícil saberlo con certeza. Pero el lugar seguro más próximo sería la Luna, desde cuyos lugares privilegiados este planeta tendría el mismo aspecto velado que presenta para nosotros Venus.

Dándole la vuelta al supuesto, si el cometa o el apolo en cuestión se hubiera acercado a todo silbar con su habi-



La Tierra castigada: situación de los cráteres debidos a cometas y a supuestos cometas, tal como los ordenó R. Grieve, de Ottawa, en 1979. Las características de los de mayor tamaño se indican en el cuadro adjunto. Con fines comparativos, cabe decir que el famoso cráter del meteorito Barringer, en Arizona (el mayor del que se han recogido fragmentos meteoríticos), sólo tiene 25.000 años de antigüedad y 1,2 kilómetros de diámetro. Canadá y la URSS no han sido blancos privilegiados de los objetos que chocan con la Tierra; para comentarios sobre la aparente irregularidad de la distribución, véase el texto.

Tunguska Event= Suceso de Tunguska

Los mayores cráteres producto de impacto

N.º en el mapa	Localización	Edad aproximada (en millones de años)	Diámetros (kilómetros)
1	Sudbury, Canadá	1840	140
2	Vredefort, Africa del Sur	1970	140
3	Popigai, URSS	38	100
4	Pochezh-Katunki, URSS	183	80
5	Manicouagan, Canadá	210	70
6	Siljan, Suecia	365	52
7	Karla, URSS	57	50
8	Charlevoix, Canadá	360	46
9	Araguinha Dome, Brasil	menos de 250	40
10	Carswell, Canadá	485	37

tual desenfado pero con media hora de retraso o de adelanto, habría fallado. Los dinosaurios seguirían teniendo la Tierra a su cargo y nosotros seguiríamos peleándonos por los huevos de hormiga. No me resisto a pitorrearme de mis amigos que creen con demasiada facilidad en los alienígenas comunicativos, citándoles todos esos millones de planetas de la Vía Láctea actualmente dominados por los exodinosaurios, donde las exomusarañas aguardan impacientes la llegada del exocometa para poder tirar adelante con su evolución, construir sus radiotelescopios y llamar a la Tierra.

Sin embargo, bailotear sobre el ataúd de los dinosaurios sería impropio de cualquier mortal que alguna vez haya sentido miedo de las tinieblas. Admito que siento algo de pena por los dinosaurios y espero que la mayoría de los grandes se dieran poca cuenta. El *alamosaurio*, de largo cuello, el *triceratops* de elegante cornamenta y el *tiranosaurio* de mandíbulas hiperactivas puede que fueran derribados de un golpe por la onda expansiva de amplitud mundial. Todo el que sobreviviera debió afrontar la prolongada inanición, ensordecido por la explosión y con los ojos cegados en medio de la profunda oscuridad.

Para todo el que abraza esta hipótesis, el barro rico en iridio constituye la visión más inquietante del mundo. Pero cabe una pizca de consuelo. Si los dinosaurios hubieran muerto debido a desórdenes internos del planeta, consecuencias similares podrían seguirse, de manera imprevisible e inadvertible, de los ultrajes humanos al medio ambiente natural. El fenómeno producido por el cometa-o-apollo es difícil de imitar excepto por la guerra nuclear, que también puede considerarse indeseable por otras razones. La detonación del arsenal nuclear existente, que asciende, pongamos, a 10.000 megatones en total, provocaría una polvareda en la estratosfera tan permanente como la del volcán Krakatoa, una polvareda considerable, pasmosa, pero no fatal de por sí. Incluso teniendo en cuenta la onda expansiva y la radiación, parece que no bastaría para des-

truir la vida de los mamíferos. Si es eso lo que pretenden los fabricantes de armas, tendrán que esforzarse aún más.

El sino que acaeció a los dinosaurios y a las amonitas hace sesenta y cinco millones de años no fue el único acontecimiento de este tipo. Una similar masacre de animales, en que perecieron casi todos, ocurrió hace casi 250 millones de años, a finales del período geológico denominado Permiano. La lista de bajas de aquella ocasión comprende a los famosos trilobites y escorpiones marinos del fondo marino, así como a muchas especies tempranas de reptiles. Smit y otros geólogos ya están investigando una capa de barro que lo cuenta, situada sobre las rocas pérmicas.

Otros impactos de menor importancia deben ser los culpables de trastornos asimismo menores de la vida, plausiblemente del tipo que se asocia a las transiciones entre los períodos geológicos en general. Por ejemplo, las amonitas se hacen muy patentes después de un acontecimiento, hace 212 millones de años, cuando el Triásico dejó paso al Jurásico. Hay un candidato a cráter de cincuenta kilómetros de diámetro, de unos 360 millones de años de antigüedad, que podría ponerse en relación con una masacre menor de invertebrados marinos. En Popigai (Siberia) hay un cráter mayor que no parece coincidir con ningún desastre excepcional acaecido a los seres vivos, si los científicos soviéticos tienen razón cuando afirman que tiene 38 millones de años. En la actualidad es impresionante el número de pruebas sobre encuentros extraterrestres de tipo fatal, pero la cadena de causa-efecto es demasiado laxa, de momento, para que nadie pueda dar por reconstruida la historia.

Una ojeada al mapa adjunto de cráteres sospechosos de ser impactos puede sugerir que Canadá y la URSS han atraído un número especialmente alto de golpes cósmicos. Por el contrario, la frecuencia de cráteres en estas regiones es una muestra de la rociada que deben haber sufrido todas las partes del globo. Los factores que conspiran para otorgar

una “marca” alta a estos países septentrionales es la gran antigüedad de sus rocas, geológicamente bien conservadas y totalmente blanqueadas en las glaciaciones, y la existencia de unos cuantos científicos canadienses y soviéticos muy interesados por la búsqueda de cráteres. La mayoría de los impactos deben haber sido en los mares, pero las pruebas no sólo son difíciles de conseguir, sino que cabe la posibilidad de que hayan sido borradas cada cien millones de años o así por el “reciclaje” del suelo marino. Mientras la mitad del mundo vuelve a estar pendiente del *Halley*, los localizadores de cráteres están haciendo su cosecha escudriñando las fotos de la Tierra tomadas por los satélites en busca de las viruelas dejadas por los pocos cometas que de verdad han importado.

Medicina contra los cometas

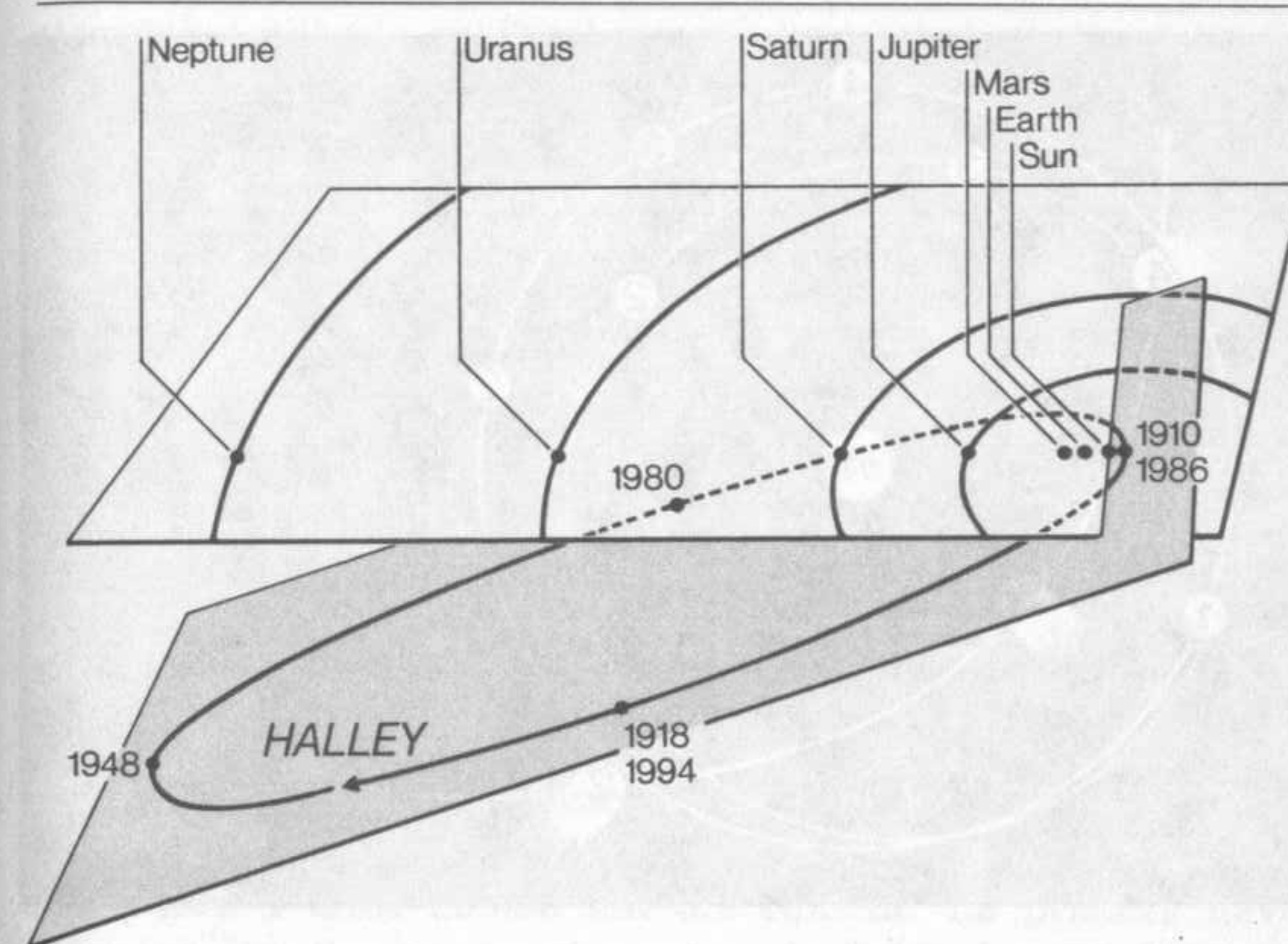
Cualquier investigador honesto de la polución espacial, preocupado por aliviar más bien que fomentar la fiebre del cometa, debe decir presta y firmemente que no existe el menor riesgo de que el cometa *Halley* colisione con la Tierra en 1986. La trayectoria calculada lo mantendrá más alejado de lo que está Venus en cualquier momento, lo cual es una de las razones por las que esta aparición será poco espectacular. La última vez que el *Halley* pasó cerca de la Tierra fue en 837 d.C., cuando pasó a seis millones de kilómetros de distancia. El cometa visible más próximo cuya distancia se ha medido en los últimos siglos fue el *Lexell* en 1770, que pasó a tan sólo un millón de kilómetros de distancia, lo que es bastante más lejos que la Luna. En el control del tráfico espacial, un fallo vale tanto como un megaparsec.

Pero la astrosociología es la clave del interés por los cielos a mediados de la década de 1980. El primer principio de esta rama olvidada del saber lo ha expuesto con máxima concisión Brian Marsden: “Para el hombre de la calle, el sistema solar consta de Marte, los anillos de Saturno y el cometa de Halley”. Esto nos advierte con bastante adelanto que la fiebre del cometa de 1985-86 será peor que la de cualquier otro momento desde 1910, cuando

la última aparición del *Halley*. Pero el principio constituye también una guía del sistema de subvenciones cósmicas. Cuando los especialistas en cometas decidieron que deseaban enviar una sonda espacial que interceptara al *Halley*, confiaban en que su especial condición de ser uno de los tres objetos más llamativos del sistema solar abriera las arcas de las naciones y les permitiera realizar el proyecto. Los Vikings fueron a Marte y los Voyagers partieron hacia Saturno; si nadie dispara contra el *Halley* en la única oportunidad que hay en setenta y cinco años, los forofos de los cometas amenazan con que el público pedirá explicaciones.

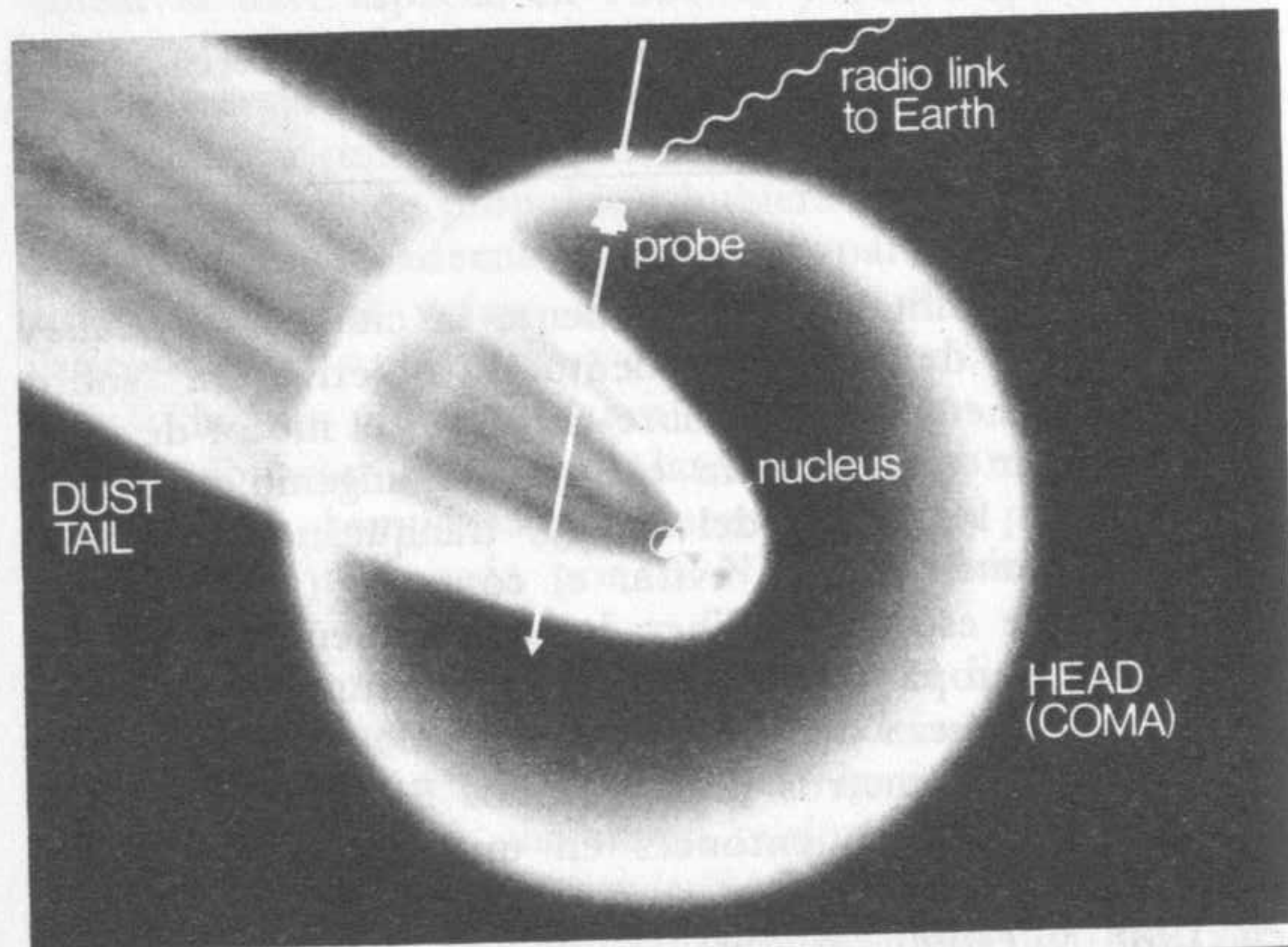
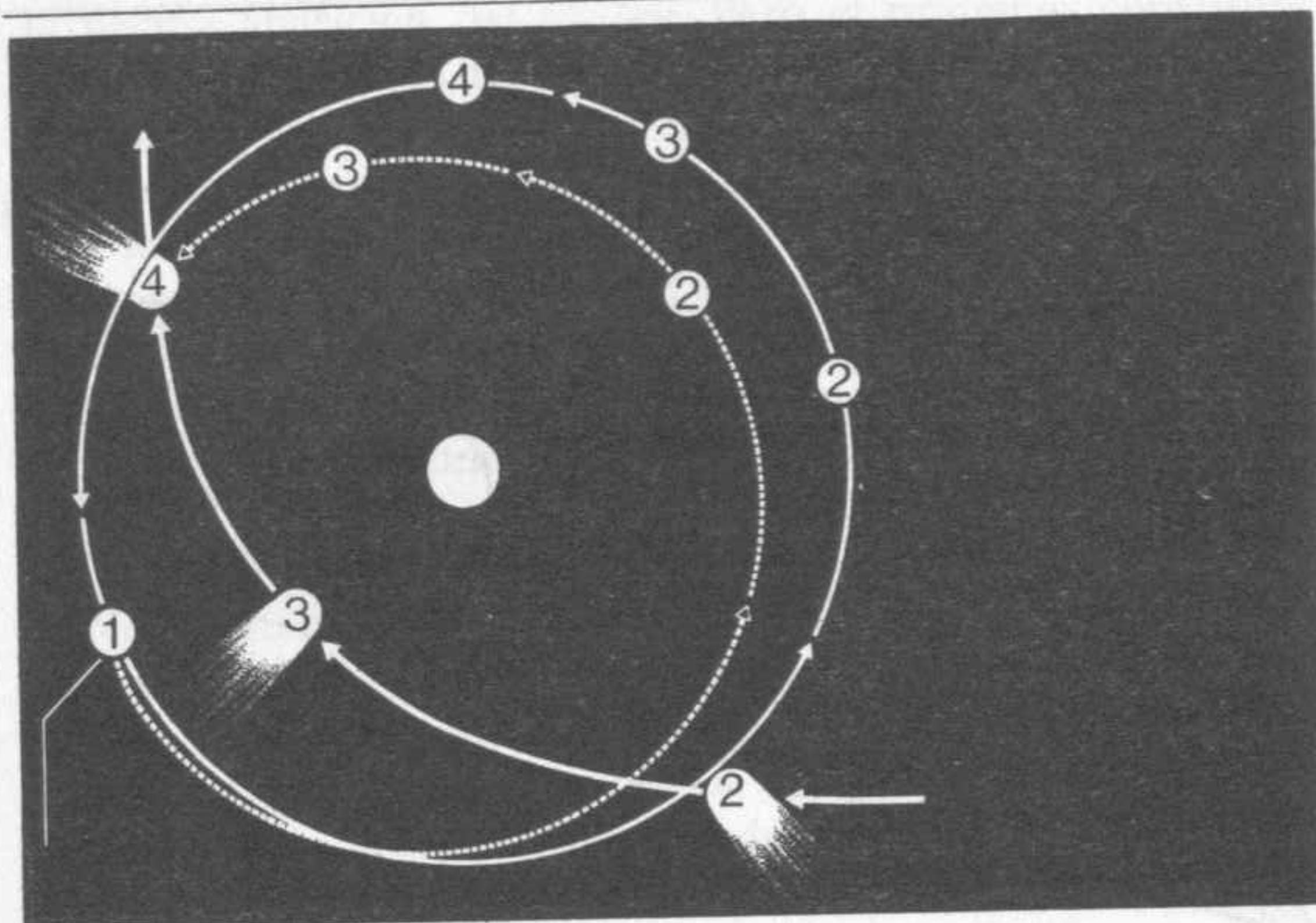
No obstante, los fondos para ciencia espacial siempre han sido escasos y los planes sobre el *Halley*, trazados con amoroso cuidado por media docena de grupos de trabajo centrados en el *Jet Propulsion Laboratory* de California, se retrasaron, abandonaron y redujeron poco a poco a proyectos de menor importancia. En 1977, la intención era lanzar la nave espacial en 1981-82 y que desplegara vastas velas solares o bien grandes paneles eléctrico-solares que produjeran la energía para un motor "movido por iones". Al funcionar ininterrumpidamente durante tres o cuatro años el sistema de propulsión hubiera acumulado suficiente velocidad en la adecuada dirección para permitir que el ingenio espacial volase acompañando al *Halley* durante varios meses y se acercase a escasos kilómetros de su núcleo, quizás incluso que aterrizase en el cometa. Pero primero se abandonaron las velas solares, en nombre de que era una idea no comprobada, y luego la misión propuesta fue enteramente rechazada por la NASA, a falta de tiempo y fondos.

Con la fecha límite acercándose por el firmamento, los científicos e ingenieros del *Jet Propulsion Laboratory*, y sus consejeros de dos docenas de instituciones, pasaron 1978-79 preparando una nueva misión para que fuese emprendida conjuntamente por la NASA y la Agencia Europea del Espacio. El lanzamiento se pospuso hasta julio de 1985,



La órbita del cometa Halley lo lleva muy al sur de la región del cielo en que revolucionan la Tierra y los demás planetas. El cometa atraviesa la región cerca de la órbita de la Tierra.

lo que imposibilitaba absolutamente la cita con el *Halley* en el sentido de acompañamiento. El objetivo era "sobrevolar" el cometa en noviembre de 1985: el motor de iones eléctrico-solar transportaría el principal ingenio norteamericano sobre los lomos del *Halley*, franqueándolos a unos 130.000 kilómetros para evitar el contacto físico. Quince días antes de eso habría liberado una pequeña sonda construida en Europa que transportaría instrumentos directamente a la cabeza del cometa, a una velocidad relativa de casi sesenta kilómetros por segundo. El ingenio espacial principal proseguiría entonces en una nueva misión más elaborada: coincidir con el cometa en decadencia *Tempel 2* en 1988 y estudiarlo durante un año. Pero también ese



plan fue derribado en Washington. Impertérritos, los científicos estadounidenses desviaron un vehículo espacial que estaba en órbita alrededor de la Luna y lo dirigieron hacia el cometa más a mano, el Giacobini-Zimmer, contando con que también examinaría al Halley desde lejos.

La trayectoria más fácil para el ingenio espacial destinado al *Halley* es la que pretende alcanzar al cometa precisamente cuando éste atraviesa el plano de la órbita terrestre. Aun así, un encuentro de este tipo con el *Halley* en la primavera de 1986, cuando el cometa se dirigirá hacia fuera una vez visitado el Sol, siguió exigiendo que el lanzamiento no se retrasara más allá del verano de 1985. En total, cinco son los vehículos espaciales que se acercarán al Halley en marzo de 1986, además del ICE norteamericano: dos soviéticos, dos japoneses y uno europeo. Los soviéticos enviaron sus sondas Vega en diciembre de 1984, y se espera que pasen a unos 20.000 km del cometa. La primera nave japonesa, bautizada con el nombre de Sakigake, fue lanzada en enero de 1985, y a ella le siguió otra, la Planet A,

◀ La forma más sencilla de interceptar al cometa Halley significa: 1) lanzar una sonda mucho tiempo antes del deseado encuentro ----- y 2) dejar que la sonda se sumerja en el cometa a una velocidad relativa muy alta. Estos diagramas ilustran la misión Giotto de la Agencia Europea del Espacio, autorizada en 1980.

1. (probable fecha de lanzamiento)
2. (el Halley se aproxima al Sol)
3. (el Halley en el punto más cercano al Sol)
4. (encuentro)

Probe = sonda
Radio link to Earth = conexión a la Tierra por radio
Nucleus = núcleo
Dust tail = cola de polvo
Head (coma) = cabeza (cabellera)

que partió en agosto y que pasará a unos 200.000 km del Halley.

La sonda europea es la más prometedora, pues se acercará a 500 km del núcleo.

Llamada Giotto por el retratista del cometa mencionado en el capítulo 1, esta sonda fue lanzada de la Tierra por un cohete Ariane, con el patrocinio de los países de Europa Occidental, la mayoría de los cuales forman parte de la AEE. El ingenio espacial pesa unos 750 kilos (tres cuartos de tonelada) en el momento del lanzamiento y durante los ocho meses de viaje observará las emisiones ultravioletas del cometa. Si todo va bien, la aventura culminará en un frenesí de actividad conforme el Giotto se sumerja en el polvo del *Halley* a 68 kilómetros por segundo, protegido en alguna medida por "parachoques" de doble piel, mientras una cámara giratoria transmitirá imágenes de las zonas internas de la cabeza del cometa, para que los observadores husmeen en busca del núcleo.

Una sonda simple del *Halley*, que vuela atravesando la cabeza del cometa a una velocidad relativa muy alta, ha sido adecuadamente calificada de misión kamikaze. Ametrallado por el polvo del cometa, el ingenio espacial tendrá suerte si sobrevive al cabo de la hora aproximada que necesita viajar cerca del núcleo para conseguir fotos de la bola de nieve. Otros experimentos estudiarán el mismo polvo y el gas ionizado, mientras que los científicos situados en la Tierra tocarán madera para que sus instrumentos escapen a la destrucción el tiempo necesario para recoger datos útiles. Pero no se ha considerado necesario esterilizar la sonda, para proteger de la contaminación terrestre las fábricas de gripe del *Halley*.

En la Vigilancia Internacional del *Halley*, las misiones en el "espacio profundo" están coordinadas con observaciones desde una nave espacial orbitante alrededor de la Tierra y desde observatorios en el suelo repartidos por todo el globo. Desde la última visita del *Halley* en 1910,

la actividad astronómica ha cambiado hasta hacerse irreconocible. En aquel tiempo los astrónomos se enorgullecían de que no sólo podían observar el cometa por los telescopios, sino también tomar fotografías y analizar su luz en el espectroscopio.

Por entonces, el telescopio más potente, el de Mount Wilson, tenía un metro y medio (60 pulgadas) de diámetro. Decir que en 1985-86 habrá dieciséis telescopios ópticos de entre dos y medio y seis metros de diámetro, esparcidos por todo el mundo al norte y al sur del ecuador, no da idea del enorme aumento de su potencia, en una época en que las partículas individuales de luz pueden detectarse por medios electrónicos. Además de seguir la venida y la ida del cometa por distancias muchos mayores que antes, los telescopios pueden fijarse en detalles previamente indiscernibles. Un gran número de instrumentos menores pero muy complejos, entre ellos los telescopios de gran angular de Schmidt, jugarán un papel importantísimo en los estudios sobre el cometa *Halley* hechos desde la Tierra, utilizando la luz visible.

Pero eso es sólo el principio. Desde 1945 una sucesión de "nuevas astronomías" han introducido los radiotelescopios de infrarrojos en tierra, y también instrumentos en órbita para detectar rayos del universo que no atraviesan la atmósfera terrestre; estos varían desde las grandes ondas de radio hasta los rayos X energéticos y los rayos gamma. Muchas de las nuevas técnicas situadas en el suelo y en el espacio se probaron con el *Kohoutek*, a comienzos de los años setenta, con resultados convincentes para los especialistas. De este modo tienen la posibilidad, sobre todo con las observaciones infrarrojas y ultravioletas, de poner de manifiesto rasgos y composiciones que no se pueden ver con la luz visible.

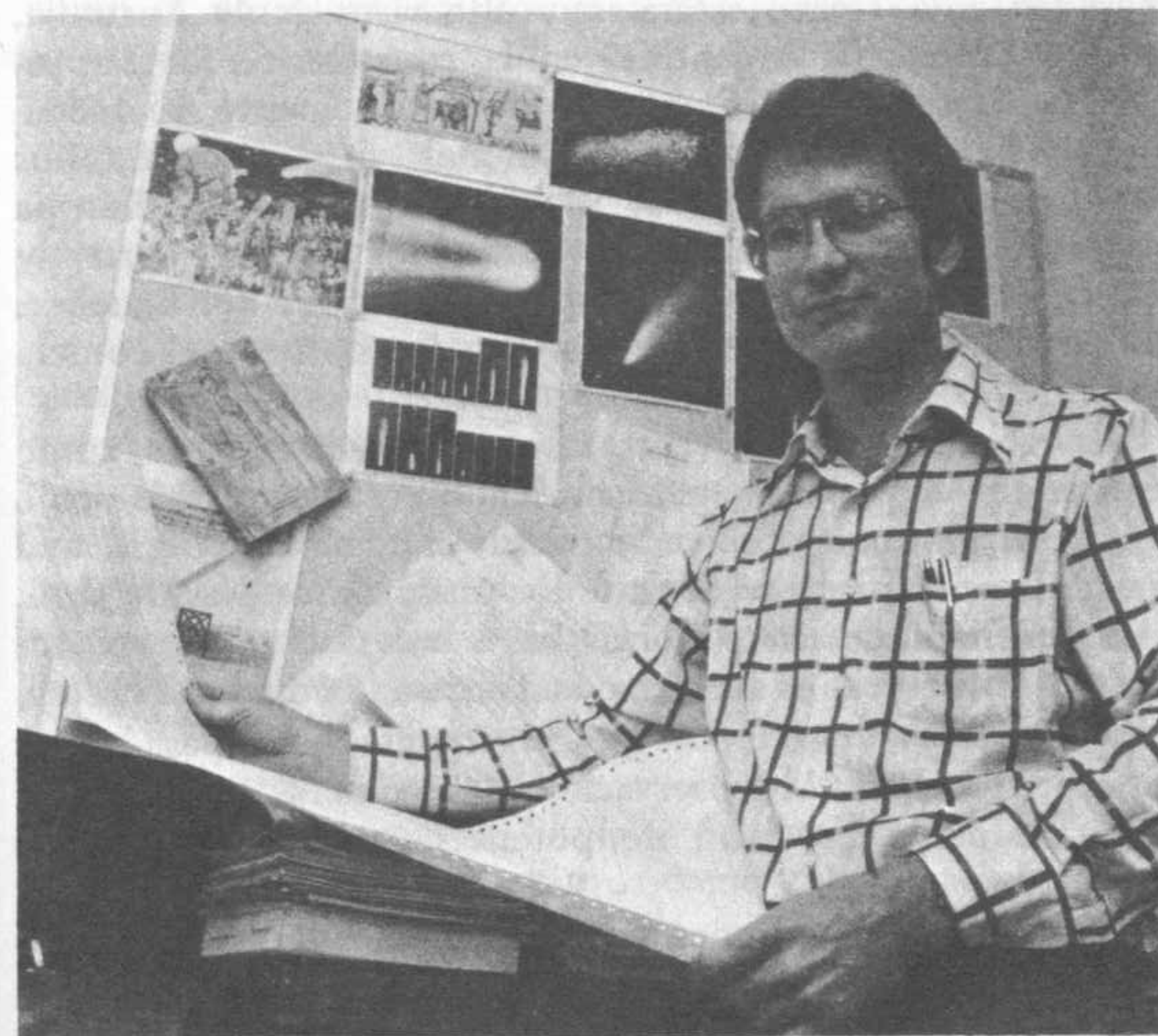
En sus esfuerzos por desenmascarar al *Halley*, los astrónomos profesionales y los científicos espaciales perderán muchas horas de sueño, pero probablemente menos

que los astrónomos aficionados. Para muchos de éstos, que no tienen cometa a su nombre, la aparición será el acontecimiento de su vida y se cargarán con la solemne obligación de observar al *Halley* noche tras noche, mientras sea visible. Sólo nubes amigas y el horizonte de la Tierra, al impedir la visión, se erguirán entre los aficionados y las solicitudes de divorcio. Aunque no pueden ponerse a competir con los profesionales, una oportunidad de apostar los confortará mejor que un termo de café: pueden ver cómo el cometa lleva a cabo la amenaza que supuestamente hizo en 1910 de hacerse dos o más pedazos.

Si el *Halley* clona, que Dios nos ayude: ¿quién contendrá entonces la excitación? Y si la escisión se produce después de que la sonda haya atravesado el cometa nadie querrá oír las meticulosas explicaciones sobre cómo pasó a demasiada distancia del núcleo para ocasionar ningún daño. Los científicos espaciales serán acusados de vandalismo cósmico. Pero las probabilidades están en contra de la desintegración y, de todas formas, cuando el *Halley* doble el Sol el 9 de febrero de 1986, estará casi exactamente en el lado opuesto a la Tierra. Los astrónomos y los ciudadanos de a pie del hemisferio septentrional sencillamente encontrarán dificultades para ver el cometa.

Donald Yeomans, del *Jet Propulsion Laboratory*, que ha calculado el brillo del cometa paso a paso así como sus distintas posiciones en el cielo, opina que cuando el *Halley* adelante a la Tierra en su camino de acercamiento, en noviembre de 1985, será invisible a simple vista. A finales de diciembre unos buenos prismáticos servirán para pescarlo una vez puesto el Sol. Puede que sea visible a simple vista en la tercera semana de enero de 1986, después de la puesta de Sol y a muy poca altura sobre el horizonte, pero sin más brillo que una estrella relativamente débil. Luego el cometa superará el Sol, un poco hacia el norte, y desaparecerá en medio del brillo solar.

Una vez al otro lado del Sol, el *Halley* será visible desde



Donald Yeomans exhibiendo los resultados computarizados que dan la trayectoria (efemérides) del Halley por el firmamento en su inminente aparición (JPL).

la Tierra antes del amanecer. A finales de febrero puede que sea accesible a simple vista una hora antes de que salga el Sol. Después de eso, el cometa saldrá cada día más temprano, a la vez que irá deslizándose hacia el Sur. El 7 de marzo estará casi en línea con la Luna. A mediados de marzo, la cola, si es que se la distingue, puede dar la sensación de extenderse por un sexto del firmamento, más o menos.

El 11 de abril, cuando el *Halley* alcance su mayor pro-

ximidad a la Tierra, estará muy alto visto desde Australia, Nueva Zelanda y Argentina, en la constelación de Lupus, y relativamente brillante; pero en ese momento aparecerá muy bajo en el horizonte meridional, visto desde Estados Unidos y el Mediterráneo, y será invisible desde Europa septentrional. (Sin la menor duda, los vuelos *charter* y las líneas transatlánticas transportarán al Sur del Ecuador, en abril, a los entusiastas que pretendan observar el cometa en su flaco mejor momento.)

Luego el cometa volverá a ascender hacia el norte, como un objeto crepuscular, pero haciéndose cada vez más débil. El mejor punto de observación desde el hemisferio occidental puede que se presente durante los ultimísimos días de abril. A comienzos de mayo quizás haya una lluvia de meteoros (estrellas fugaces) al acercarse la Tierra a la órbita del *Halley*, siete semanas después de que el cometa haya pasado por ese punto. Pero la observación del cometa evaporándose durante mayo precisará de potentes prismáticos o de un pequeño telescopio.

Todas estas previsiones de la visibilidad presuponen cielos oscuros y despejados. Las luces eléctricas aseguran que, en las ciudades modernas normales, el cielo es tan brillante como en las zonas rurales en luna llena. Lo probable es que durante esta vuelta pocos habitantes de las urbes vean el cometa con sus propios ojos. Pero habrá un río de fotos procedentes de los observatorios profesionales y de los ingenios espaciales. En esta aparición, el *Halley* hará su debut en la televisión.

Aun cuando sea deslustrado por otro cometa inesperado y más brillante, como sucedió en 1910, mucha gente no conseguirá distinguirlos. El *Halley* es el *Halley*, el objeto número tres del sistema solar. Sir Bernard Lovell y otros astrónomos ya han proclamado este insatisfactorio espectáculo de fuegos artificiales como el acontecimiento cósmico de la década. Tenemos la fiebre encima.

Los titulares de los periódicos resultan tan previsibles

como el derrotero del cometa: "El *Halley* complace a los astrónomos, pero no a la gente" y "¿Significan las dudas sobre su trayectoria que el cometa puede colisionar?" (La respuesta: "No", en tipos de imprenta mucho menores). Y claro está los pies de foto: "Halleyluya!" Habrá medallas de plata del *Halley*, pósteres del *Halley*, cócteles del cometa y pegatinas con el lema "El cometa de Halley"*. A pesar de la moderna legislación sobre drogas, los nietos de los charlatanes que ofrecieron píldoras del cometa en 1910 entresacarán algunas hojas de *Las enfermedades procedentes del espacio*, de Hoyle y Wickramasinghe, y encontrarán la forma de comercializar protectores contra todo, desde el constipado común hasta la fiebre amarilla. (Ignorarán la impertinente disociación, incluso dentro de esa hipótesis, entre el momento de la aparición y la llegada de las enfermedades.) Los tipos emprendedores que vendieron cascotes en 1979, cuando el tan pregonado descenso a la Tierra de la estación espacial Skylab, desempolvarán los viejos *stocks* y venderán otros cuantos como chichoneras a prueba de cometas.

Esta vez el *Halley* será menos que un gran cometa, pero los astrólogos no se avergonzarán de interpretarlo como una señal de toda clase de desastres. No renunciarán a la ligera a sus prerrogativas milenarias cuando tengan a su alrededor un cometa rebosante de publicidad; sobrevendrá la habitual y patética cosecha de suicidas entre los individuos impresionables y quién sabe qué gobiernos militares supersticiosos no tendrán la tentación de imitar a Nerón y machacar la oposición. Aquellos ciudadanos que creen que Uri Geller dobla cucharas utilizando poderes ocultos es probable que asimismo supongan que el cometa augura acontecimientos espantosos. En el otro extremo del abanico, y probablemente con absoluta inmunidad a la fiebre, se sitúa

* *Halley's Cometh*: "el cometa [de] Halley", pero también "la venida del Halley" en ortografía que parodia los textos religiosos. (N. del E.).

el hombre que piensa que el cometa es un anticuado avión de propulsión a chorro y que trabaja bajo tierra en una mina ártica en el turno de noche.

La predicción de que el *Halley* nos fallará por unos sesenta millones de kilómetros el 11 de abril de 1986, en muy escasa medida acallará las inevitables profecías de colisiones. Una vez escuché a dos jovencitos que se habían acercado en bicicleta al aeropuerto local para ver cómo se estrellaban los grandes reactores. Conforme despegaba o aterrizaba cada nave, se decían el uno al otro, con un ligero deje de contrariedad: "Este no se ha estrellado". Me los imagino a los dos en 1986, mayores pero no mejores, diciendo a sus esposas mientras ven desvanecerse el cometa *Halley* en las tinieblas exteriores: "Este no se ha estrellado".

La última y concreta medicina contra la polución espacial y la fiebre del cometa llegará con las medidas prácticas para controlar los cometas. De entre tantos siglos de tonterías, la única razón de peso para que alguien no se conforme con echar una ojeada a los cometas de paso ha sido el miedo al choque. Aunque los riesgos de un impacto verdaderamente grande con un cometa o un apolo en, pongamos, el próximo millón de años son muy leves, las consecuencias ecológicas serían lamentables. Por esta razón, los amantes de la naturaleza (e incluso algunos amantes de las personas) comienzan a hablar de conservación planetaria.

En el Proyecto Icaro del *Institute of Technology* de Massachusetts los estudiosos trazaron a finales de los años sesenta un plan para evitar el posible choque con un apolo de un kilómetro de diámetro, que es el tipo de suceso que contamos con que suceda una vez cada 250.000 años. Previeron la utilización de cohetes Saturn V (los que se usaron en la Luna), a lanzar en los trece días anteriores al impacto, para llevar seis bombas H de 100 megatones que fragmentarían o desviarían el apolo. Era un plan improvisado y en el futuro, sin la menor duda, un servicio internacional de

limpieza celeste mantendrá un paraguas nuclear alrededor del planeta, para protegernos de cometas y apolos revoltosos. Dispondrá de telescopios y radares, tanto en el espacio como en el suelo, dedicados constantemente a rastrear la polución y utilizará cualesquiera armas que sean necesarias para interceptar los objetos amenazadores y reducirlos a la inocuidad. En tanto aguardan un blanco importante —quizás durante miles de carreras profesionales—, practicarán con meteoritos menores y cometas sin importancia, aunque yo entiendo que las propuestas de bombardear el *Halley* en su actual aparición no han encontrado eco.

He aquí, al menos, un uso práctico para toda la quincalla bélica y espacial acumulada a lo largo de las últimas décadas: conseguir que los muchachos, desde Boise hasta Boston y las damas maduras, desde el cabo Norte hasta la isla del Sur, duerman como troncos en sus camas sin preocuparse por la idea de que los cometas aterricen en su bancal de patatas. Sabrán que los valientes *boy-scouts* espaciales están listos para espantar a cualquier intruso camuflado a la nube de Öoo, que es donde le corresponde estar. Los astrónomos aficionados encontrarán un nuevo sentido a sus vidas, prestando apoyo a las patrullas espaciales desde sus tejados.

Y no es que sea necesario sentarnos pasivamente y aguardar a que los cometas y los apolos nos amenacen. Freeman Dyson opina que el *Mayflower* de la era del espacio llevará a la gente a colonizar los microplanetas más cercanos. Y algunos astrónomos norteamericanos quieren enviar remolcadores espaciales que recogerían apolos escogidos y los pondrían a orbitar alrededor de la Tierra. Luego se realizarían prospecciones en busca de minerales y metales útiles, y los productos servirían tanto para construir ciudades espaciales como para dejarlos caer en los mares, de donde los recuperarían para utilizarlos los terrícolas. Pero yo no puedo quitarme de la cabeza la imagen de un patrón de remolcador llegando a casa con su apolo y cometiendo

un leve error de navegación, en la operación espacial equivalente a meter el automóvil marcha atrás en el garaje. ¡Y venga! se inicia un nuevo período geológico.

Quizás tenga razón George Wetherill cuando propone declarar a los apolos reservas naturales. También los cometas tienen sus partidarios, deseosos de protegerlos de las interferencias humanas, pese (o incluso debido) a su manera de ensuciar el firmamento. Pero si se calcula que uno de estos parques naturales orbitantes alrededor del Sol se interpondrá espontáneamente en nuestro camino, es de presumir que prevalecerá el instinto de conservación. Toda la vida de la Tierra es una mancomunidad que inconscientemente mantiene las condiciones necesarias para la supervivencia —o bien así lo ha propuesto James Lovelock en su hipotética Gaia— y nuestra función, en tanto que la supuesta especie inteligente, resulta obvia. La Tierra, en su maternal sabiduría, nos ha procreado para usar nuestro ingenio en la protección de todos los seres vivos de la Maldición de los Dinosaurios.

En este atractivo proyecto noto ya algunos inconvenientes. Hará que la evolución se desenvuelva con mayor tranquilidad, por no decir que la volverá reaccionaria. Si las hormigas blancas, por ejemplo, están a la espera de que el próximo encontronazo les ayude a arrebatarlos el dominio del planeta, en vano rechinarán las mandíbulas. Por otra parte, entre los humanos, el jefe de los *boy-scouts* espaciales, orbitando por encima de nosotros y armado hasta los dientes, estará en condiciones de reclamar el dominio del mundo. Quizás la objeción de mayor peso a todo esto sea: si la fantasía de Lovelock es válida, entonces la única tecnología importante sería la de fabricar cohetes bomba H, mientras

En su famoso grabado, Alberto Durero utilizó un cometa como símbolo de la melancolía. (British Museum, Londres.)



que el cazador de cometas se mantendría en su plinto, en el pináculo de toda la evolución.

Por suerte no nos encontramos muy necesitados de poner en marcha las baterías anticometas. En un mundo donde las armas nucleares están listas para defendernos en cualquier instante a unos de otros por el sistema de volarnos a todos, preocuparse por los impactos cósmicos es como temer que le caiga a uno un rayo encima en medio de la batalla del Somme. Pero los seres humanos sólo tienen una percepción vaga de las probabilidades, y temer la caída de los cometas no es ya absolutamente irracional, siempre que se diga que será un cometa muerto y se señale a los apolos que aguardan en las afueras, como el Betulia, de seis kilómetros de diámetro, y el 1978 SB, de ocho kilómetros. Cuando el *Halley* vuelva otra vez en 2061, las precauciones contra los cometas parecerán tan naturales como el sometimiento de los ratones.

Los científicos y otras personas que deseen prestar apoyo a este nuevo despliegue de recursos deben acordarse del Pollo Aporreado. En la vieja historia, cuando las bellotas le caen en la cabeza, inmediatamente se da cuenta de lo que ha ocurrido y parte con toda la volatería local a informar al rey de que el cielo se está derrumbando. Pero una familia de zorros abortó su misión al comérselos. Muchas veces se saca de esta historia una moraleja falsa: no se trata de que haya que refrenar la propia capacidad para proponer hipótesis, sino de tener cuidado con los zorros cuya credulidad sólo es simulada.

BIBLIOTECA CIENTÍFICA SALVAT

1. **El Universo desbocado.** *Del big bang a la catástrofe final.*
Paul Davies
2. **Gorilas en la niebla.** *Trece años viviendo entre gorilas.*
Dian Fossey
3. **Dormir y soñar.** *La mitad nocturna de nuestras vidas.*
Dieter E. Zimmer
4. **Superfuerza.** Paul Davies
5. **Las raíces de la vida.** *Genes, células y evolución.*
M. Hoagland.
6. **Microelectrónica.** *Las computadoras y las nuevas tecnologías.* Stefan M. Gergely
7. **El telar mágico.** *El cerebro humano y la computadora.*
Robert Jastrow
8. **De los átomos a los quarks.** James S. Trefil
9. **El gen egoísta.** *Las bases biológicas de nuestra conducta.*
Richard Dawkins.
10. **¡Que viene el cometa!** Nigel Calder.
11. **Las plantas.** *«Amores y civilizaciones» vegetales.*
Jean-Marie Pelt.

EXLIBRIS Scan Digit



The Doctor

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.



10

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

SALVAT

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.



10

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

SALVAT

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.



10

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

SALVAT

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

¿QUE VIENE EL COMETA!



SALVAT

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

¿QUE VIENE EL COMETA!

Nigel Calder

"Las condiciones del último retorno del cometa Halley (1986) se muestran desfavorables, si bien el cometa, con su considerable cola, es visible a simple vista entre noviembre de 1985 y abril de 1986. Su máxima aproximación a la Tierra (abril de 1986) corresponde al hemisferio sur, de modo que desde allí es posible observarlo en mejores condiciones..."

Nigel Calder, uno de los mejores especialistas del mundo en el estudio de los cometas, ha escrito este libro riguroso, desde el punto de vista científico, a la vez que divertido que explica con precisión la historia y la evolución de los cometas.



10

¿QUE VIENE EL COMETA! - Nigel Calder

NIGEL CALDER

¿QUE VIENE EL COMETA!

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT